

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA**

**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**

**Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho**

## **Exposição Ocupacional a Radiações Ionizantes**

**Verificação de procedimentos em proteção radiológica nos exames de  
Cardiologia e Gastroenterologia com recurso à utilização de Imagem  
por Fluoroscopia**

**Alexandra de Lurdes Lemos Lopes Rodrigues**

**Beja**

**2019**

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA**

**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**

**Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho**

**Exposição Ocupacional a Radiações Ionizantes**

**Verificação de procedimentos em proteção radiológica nos exames de  
Cardiologia e Gastroenterologia com recurso à utilização de Imagem  
por Fluoroscopia**

**Elaborado por:**

**Alexandra de Lurdes Lemos Lopes Rodrigues**

**Orientado por:**

**Professor Doutor Rui Alberto Isidoro**

**Coorientador:**

**Professora Doutora Carla Santos**

**“Poucos locais de trabalho são tão complexos como um hospital. (...) Como resultado, existem riscos potenciais aos quais os profissionais podem estar expostos, dependendo da atividade que desenvolvem e do seu local de trabalho”**

**(Nishide, Benatti, & Alexandre, 2004)**

## **Agradecimentos**

Na realização da presente dissertação contei com o apoio direto ou indireto de múltiplas pessoas às quais estou grata. Correndo o risco de injustamente não mencionar algum dos contributos quero deixar expresso os meus agradecimentos:

Ao orientador desta dissertação o Professor Doutor Rui Isidoro, pela orientação prestada, pela disponibilidade, pela atenção e apoio que sempre demonstrou, um grande obrigado.

À coorientadora Professora Doutora Carla Santos, pela sua disponibilidade, apoio e sugestões na elaboração deste trabalho, um grande obrigado.

Ao meu marido e filhos pelo incentivo e apoio sempre constantes, um obrigado muito especial.

Um obrigado muito especial às colegas Sandra e Carla pelo companheirismo, incentivo e boa disposição ao longo deste percurso.

Um grande obrigado aos meus colegas de mestrado.

Agradeço à Instituição que permitiu a realização deste estudo.

## **Resumo**

O presente estudo centrou-se na problemática da atitude de como se protegem os profissionais que estão expostos a radiações ionizantes, nomeadamente raios X, que por motivos de necessidade especiais dos exames médicos, estes não podem ser realizados no serviço de radiologia, mas sim em unidades preparadas para o efeito.

O estudo realizou-se no Hospital José Joaquim Fernandes de Beja, na Unidade de Técnicas Minimamente Invasivos, onde são realizados exames de Cardiologia e de Gastroenterologia, em que é necessário a utilização de fluoroscopia.

Como metodologia do estudo foram aplicados questionários aos trabalhadores que habitualmente trabalham nessa unidade. Dos questionários aplicados obtiveram-se 75% de respostas em que 65% são de técnicos de radiologia e 10% de assistentes operacionais.

Às respostas aos questionários foi feita uma análise estatística e do resultado dessa análise foram tiradas conclusões. Dessa análise verificou-se haver necessidade de otimizar os procedimentos sobre proteção radiológica, de modo a que todos os trabalhadores possam uniformizar os procedimentos, como forma de reduzir a exposição ocupacional às radiações ionizantes, tanto para o próprio como para os outros trabalhadores. Também se verificou haver necessidades de formação, treino e sensibilização dos trabalhadores sobre os riscos associados à radiação, à proteção radiológica e à sua segurança.

## **Palavras Chave**

Fluoroscopia; Otimização de Procedimentos; Proteção Radiológica; Radiologia; Radiações Ionizantes; Riscos Físicos.

## **Abstract**

The present study focused on the problematic of how to preserve the safety of the professionals who are exposed to ionizing radiation, namely X-rays, which, due to special requirements for medical examinations, cannot be performed in the radiology service, but in units prepared for this purpose.

The study was conducted at the Hospital of José Joaquim Fernandes de Beja, in the Minimally Invasive Techniques Unit, where cardiology and gastroenterology medical exams are performed, where in fluoroscopy is required.

As methodology of the study questionnaires were applied to the workers that usually operate in this unit. From the applied questionnaires, 75% of answers were obtained in which 13 radiology technicians and 2 operational assistants participated

A statistical analysis was created according to the results from the questionnaires answers. Moreover, the outcome of this analysis led to the conclusion where it was found necessary to optimize the procedures on radiological protection, so that all professionals can standardize the procedures, as a way to reduce exposure. occupational to ionizing radiation, both for himself and for other workers. There was also a need for education, training and awareness among workers about the risks associated with radiation, radiological protection and their safety.

### **Key words**

Fluoroscopy; Procedures Optimization; Radiological protection; Radiology; Ionizing Radiation; Physical Risks

## Índice

Resumo .....	V
1 Introdução .....	13
2 Revisão da literatura .....	16
2.1 Histórico sobre proteção radiológica .....	16
2.2 Radiações Ionizantes e Efeitos Biológico .....	17
2.2.1 Radiação ionizante .....	17
2.2.2 Classificação da radiação .....	18
2.2.3 Efeitos Biológicos .....	19
2.2.4 Classificação dos efeitos biológicos .....	20
2.2.5 Reversibilidade, Transmissividade e Fatores de Influência .....	24
2.3 Fluoroscopia na Cardiologia e Gastreterologia .....	25
2.3.1 Fluoroscopia .....	25
2.3.2 Cardiologia – Pacemaker, CDI e CRT .....	25
2.3.3 Gastroenterologia - CPRE .....	26
2.3.4 Equipamento de Fluoroscopia .....	27
2.4 Proteção Radiológica Ocupacional .....	29
2.4.1 Grandezas de Proteção Radiológica .....	29
2.4.2 Grandezas dosimétricas .....	30
2.4.3 Modos de Operação de Emissão de Fluoroscopia .....	30
2.4.4 Parâmetros de Exposição .....	31
2.4.5 Parâmetros Técnicos do Equipamento .....	32
2.4.6 Fatores que Influenciam a Dose Recebida Pelo Profissionais .....	33
2.4.7 Barreiras de Proteção .....	37

2.5	Enquadramento Legal à Exposição a Radiações Ionizantes .....	42
2.5.1	Trabalhadores Expostos .....	43
2.5.2	Classificação de Trabalhador Exposto.....	44
2.5.3	Vigilância da Saúde dos Trabalhadores Expostos .....	45
2.5.4	Informação / formação a prestar ao trabalhador exposto à radiação ionizante.....	45
2.6	Metodologia .....	45
3	Materiais e Métodos.....	47
4	Apresentação e discussão de resultados.....	51
5	Conclusões .....	65
6	Trabalhos futuros .....	67
	Bibliografia .....	68
	Anexos .....	71
	Anexo 1 .....	72
	Quadro do posicionamento dos profissionais expostos aos raios X em relação à fonte de raios X durante a realização de exames de CPRE, Pacemaker, CDI e CI .....	72
	Anexo 2.....	74
	Classificação dos trabalhadores exposto, aprendizes e estudantes e periodicidade de monitorização.....	74
	Anexo 3.....	76
	Valores Limites de Dose Efetiva .....	76
	Anexo 4.....	78
	Valores de limite de dose equivalente para o cristalino.....	78
	Anexo 5.....	80
	Valores limite de dose equivalente para a pele.....	80



Anexo 6.....	82
Valores de limites de dose equivalente para as extremidades .....	82
Anexo 7.....	84
Documento de autorização do Concelho de Ética da ULSBA .....	84
Anexo 8.....	86
Questionário.....	86

## **Índice de Figuras**

Figura 1 - Origem da Radiação.....	19
Figura 2 - Efeitos biológicos das radiações ionizantes .....	23
Figura 3 - Imagens de colocação de Pacemaker .....	26
Figura 4 - Imagens de exames de CPRE.....	27
Figura 5 - Imagem de um equipamento de Fluoroscopia - arco em C.....	28
Figura 6 - Comparação entre Fluoroscopia Contínua e Pulsada.....	31
Figura 7 - Variação da taxa de dose de acordo com a distância, .....	34
Figura 8 - Variação da radiação dispersa - curvas de isodose de acordo com o biótipo do doente.....	35
Figura 9 - Configurações do Arco em C do Equipamento de Fluoroscopia.....	35
Figura 10 - Variação da radiação dispersa recebida pelo profissional de acordo com o posicionamento da ampola.....	36
Figura 11 - Efeito da angulação na dose do paciente .....	37
Figura 12 –Barreiras de proteção.....	38
Figura 13 - Exemplos de aventais plumbífero .....	40

Figura 14 - Luvas Plumbíferas.....	41
Figura 15 – Óculos Plumbíferos .....	42
Figura 16 - Idade da população.....	51
Figura 17 - Género .....	51
Figura 18 - Categoria Profissional .....	52
Figura 19- Serviço onde trabalham os inquiridos .....	52
Figura 20 - Tempo de serviço na profissão.....	53
Figura 21 - Horas de trabalho por semana .....	53
Figura 22- Número de horas de trabalho mensalmente na Unidade onde são realizados os exames de Pacemaker ou CPRE .....	54
Figura 23 - Tipo de formação em PR .....	55
Figura 24 - Importância para a população em estudo da utilização do dosímetro individual de corpo inteiro .....	56
Figura 25 - Uso do dosímetro individual quando expostos às radiações ionizantes.....	57
Figura 26 -Configuração do Arco em C do aparelho de fluoroscopia para uma menor exposição ocupacional às radiações ionizantes possível .....	60
Figura 27 - Maior exposição ocupacional dos vários tipos de radiação emitida (difusa, primária, fuga) quando existe emissão de raios X. ....	60
Figura 28 - Importância da utilização da colimação do feixe de raios X na diminuição da dose ocupacional.....	61
Figura 29 -Importância da utilização da filtragem dos fotões de baixa energia na diminuição de dose ocupacional .....	62
Figura 30 - Importância da utilização das grelhas anti difusoras na diminuição de dose ocupacional .....	62
Figura 31 - Importância da utilização dos dispositivos de controlo automático de exposição na diminuição de dose ocupacional .....	63

## **Lista de siglas e acrónimos**

AIEA - Agência Internacional de Energia Atómica

ALARA - As Low As Reasonably Achievable (Tão Baixo como Razoavelmente Aceitável)

CDI - Cardioversor Desfibrilhador Implantável

CPRE - Colangiopancreatografia Retrograda Endoscópica

CRT - Dispositivo de Ressincronização Cardíaca

EPI-R - Equipamento de Proteção Individual Radiológica

HJJF – Hospital José Joaquim Fernandes

ICRP - International Commission on Radiological Protection (Comissão Internacional de Proteção Radiológica)

ICRU - International Commission on Radiation Unit and Measurements (Comissão Internacional de Unidades e Medidas das Radiações)

ULSBA – Unidade Local de Saúde do Baixo Alentejo

UTMI - Unidade de Técnicas Minimamente Invasivos

UNSCEAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (Comité Científico sobre os Efeitos da Radiação Atómica da Organização das Nações Unidas)

## 1 Introdução

Desde a descoberta dos raios X, várias modalidades de imagem como a Radiologia Geral a Fluoroscopia e a Tomografia Computorizada foram aperfeiçoadas para diagnosticar e potenciar o tratamento de doenças. Devido à sua vasta utilização nos vários ramos da medicina, tem-se verificado uma expansão da fluoroscopia para fora dos departamentos de Radiologia, como por exemplo, os procedimentos de intervenção realizados em Cardiologia, Urologia, Neurologia e Ortopedia (Domingos, 2013).

Este estudo foi realizado na Unidade de Técnicas Minimamente Invasivos (UTMI) que pertencente à Unidade Local de Saúde do Baixo Alentejo (ULSBA), que se situa na região do Baixo Alentejo.

A UTMI funciona no 6<sup>a</sup> piso do Hospital José Joaquim Fernandes de Beja (HJFF), entrou em funcionamento em maio de 2003, é nesta unidade que se realizam exames de Cardiologia e de Gastroenterologia. Na realização destes exames recorre-se à utilização de fluoroscopia, que expõe os trabalhadores a riscos físicos, devido à exposição a radiações ionizantes.

Estes procedimentos de Cardiologia e de Gastroenterologia, requerem a utilização de fluoroscopia que, permite a exibição de imagens em tempo real, necessárias para a sua execução. Devido à complexidade destes procedimentos médicos, a utilização de tempos de fluoroscopia é elevada, que se traduz em longos períodos de exposição à radiação ionizante e consequentemente a elevadas doses de radiação apresentando riscos para a saúde dos trabalhadores.

Devido aos efeitos biológicos da radiação ionizante (estocásticos e determinísticos) no organismo humano, é necessário recorrer a diversos procedimentos técnicos com a finalidade de proteger o doente e os trabalhadores, não os expondo a doses superiores às previstas no decreto-lei nº108/2018 de 3 de dezembro que estabelece o regime jurídico da proteção radiológica, bem como as atribuições da autoridade competente e da autoridade competente e da autoridade inspetiva para a proteção radiológica.

Esta dissertação tem como pergunta de partida:

“Será que os indivíduos, que trabalham na UTMI do HJJF quando são realizados exames de Cardiologia e Gastroenterologia de intervenção, onde se utiliza a fluoroscopia, sabem quais as medidas que devem ser tomadas para se protegerem, quando expostos às radiações ionizantes?”

O objetivo principal deste trabalho consiste em:

- Analisar/ avaliar o conhecimento que o profissional de saúde, presente em exames de Cardiologia e Gastroenterologia com recurso à utilização de imagem por fluoroscopia, tem sobre como se proteger das radiações ionizantes, com o intuito de perceber se existe necessidade de encontrar medidas de otimizar procedimentos com a intenção de reduzir/ eliminar a dose ocupacional às radiações ionizantes.

Os objetivos específicos necessários ao cumprimento do objetivo principal são:

- Verificar se o trabalhador tem conhecimento dos riscos ocupacionais a que está exposto durante a emissão de raios X.
- Verificar se o trabalhador tem conhecimento de como se pode proteger e como proteger os outros trabalhadores das radiações ionizantes a que está exposto.
- Verificar se existe formação e informação na área de proteção radiológica antes de o trabalhador iniciar funções num serviço onde esteja exposto à fluoroscopia.
- Conhecer o tipo de proteção às radiações disponibilizadas pelo empregador e se são devidamente utilizadas pelos trabalhadores.

Este estudo tem como hipóteses:

H1- O trabalhador exposto a radiações ionizantes, dependendo da sua formação académica, tem consciência dos riscos ocupacionais inerentes a essa exposição.

H2- O trabalhador sabe como se proteger das radiações ionizantes independentemente da sua formação.

H3- O trabalhador acha importante a utilização de EPIs e de Dosímetros Individuais, quando expostos às radiações ionizantes independentemente da sua formação.

H4- O trabalhador utiliza os meios de proteção radiológica e monitorização da dose recebida disponibilizados pelo empregador.

H5- É feita formação, a nível institucional, sobre proteção radiológica antes do trabalhador ingressar no serviço da UTMI.

H6- O trabalhador que opera com equipamento de fluoroscopia utiliza as ferramentas disponibilizadas pelo equipamento, que permitem uma menor exposição ocupacional às radiações ionizantes.

Com este estudo espera-se conseguir perceber se existe necessidade de mudança na atitude dos profissionais expostos às radiações ionizantes, de modo a que tenham uma maior consciência dos riscos a que estão expostos e de que modo se podem proteger das mesmas.

A dissertação encontra-se esquematizada em quatro capítulos principais:

Capítulo 1 – Introdução.

Capítulo 2 – Revisão da literatura:

- Histórico sobre proteção radiológica;
- Radiações Ionizantes e Efeitos Biológico;
- Radiações Ionizantes e Efeitos Biológico;
- Proteção Radiológica Ocupacional;
- Enquadramento Legal à Exposição a Radiações Ionizantes;
- Metodologia

Capítulo 3 - Materiais e Métodos

Capítulo 4 - Apresentação e discussão de resultados.

Capítulo 5 - Conclusões

Capítulo 6 - Trabalhos futuros

## **2 Revisão da literatura**

Este capítulo irá servir de enquadramento teórico para a realização do estudo proposto, permitindo fundamentar e orientar a investigação.

### **2.1 Histórico sobre proteção radiológica**

A radiação existe desde sempre no nosso planeta, inicialmente era originária de fontes naturais, como radiação cósmica e material radioativo oriundo do corpo, rochas, solo e ar. Os primeiros efeitos adversos para a saúde associados à exposição a radiação foram relatados em 1400 DC, quando mineiros desenvolveram aquilo que hoje se pensa ter sido cancro pulmonar, causado pela exposição ao radão (Moreira, 2011).

Como refere Moreira (2011), com a descoberta dos raios X em 1895 por Wilhelm Conrad Röntgen, assim designados por não se saber qual a sua origem, levou à realização das primeiras experiências com radiação. Todos queriam ver o próprio esqueleto, nesse mesmo ano os médicos adotaram a novidade. Com estes raios era agora possível observar no interior do corpo humano fraturas ósseas, patologias de alguns órgãos e desde logo começaram a ser usados no tratamento do cancro.

Esta enorme curiosidade levou a que muita gente corresse sérios riscos de saúde ao realizarem as suas novas experiências com os raios X, em busca de novas aplicações (Almeida, Arede, & Vieira, 2008).

Em pouco tempo detetaram-se as primeiras lesões provocadas pelos raios X, sendo as principais vítimas os operadores dos equipamentos devido à repetição da exposição, tendo sido os primeiros efeitos adversos lesão ocular, alopecia e eritema (Moreira, 2011). Com o aparecimento dos efeitos adversos surgiu a necessidade de procurar formas de proteção deste tipo de radiação.

Em 1928 foi criada, no decurso de um Congresso Internacional de Radiologia, a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), uma organização sem fins lucrativos, cujo principal objetivo é a sistematização de recomendações de radioproteção. Para atingir este objetivo, a ICRP tem trabalhado em conjunto com a Comissão Internacional de Unidades e Medidas das Radiações (ICRU) que define as unidades utilizadas em radioproteção.

A ICRP mantém relações oficiais com o Comité Científico sobre os Efeitos da Radiação Atômica da Organização das Nações Unidas (UNSCEAR), que pesquisa a literatura sobre os efeitos biológicos das radiações. Baseado nestas pesquisas, a ICRP publica suas recomendações.

A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), organiza as recomendações feitas pela ICRP como normas e guias. Finalmente, os países membros aceitam as recomendações da AIEA em suas próprias leis. (ICRP,2007, citado por Pereira & Pereira, 2015) Estas recomendações foram rapidamente adaptadas em todos os países e puderam reduzir consideravelmente os efeitos nocivos.

Atualmente as radiações são utilizadas na medicina, indústria e investigação científica, estando o risco associado à sua utilização. Para minimizar estes riscos, proporcionando uma melhor segurança à exposição a radiações, estabeleceram-se normas internacionais.

A 5 de dezembro de 2013, entrou em vigor a Diretiva 2013/59/Euratom do Conselho, que fixa as normas de segurança de base relativas à proteção contra os perigos resultantes da exposição a radiações ionizantes. Esta Diretiva foi transposta para o regime jurídico português pelo Decreto-Lei n.º 108/2018 de 3 de dezembro, que estabelece o regime jurídico da proteção radiológica, bem como as atribuições da autoridade competente e da autoridade inspetiva para a proteção radiológica (Decreto-Lei nº108, 2018).

## **2.2 Radiações Ionizantes e Efeitos Biológico**

Durante a exposição às radiações ionizantes dá-se transferência de energia às células do organismo humano, podendo com este processo surgirem efeitos biológicos prejudiciais à saúde.

### **2.2.1 Radiação ionizante**

Radiação ionizante é a energia transferida sob a forma de partículas ou ondas eletromagnéticas, inclui a radiação eletromagnética (raios X e raios gama), assim como a radiação corpuscular de partículas subatômicas: prótons, neutrões, elétrões. Tanto a radiação eletromagnética como a corpuscular ao entrarem em contacto com a matéria têm a capacidade de direta ou indiretamente, induzirem ionizações (DGS, 2016).



O tecido humano ao ser exposto aos raios X está sujeito há absorção de energia que é transferida dos raios X para as suas células. (Webbon (1995), citado por M.M.D. Guinja e A.J.A. Ferreira, (2002) Da transferência dessa energia resulta a ionização e excitação de átomos e moléculas. Devido ao grande poder de penetração e de interação dos raios X com a matéria estes efeitos ocorrem de uma maneira distribuída através do organismo irradiado (Tauhata et al , 2014)

### **2.2.2 Classificação da radiação**

Os raios X são radiações ionizantes sob a forma de ondas eletromagnéticas de alta frequência e pequeno comprimento de onda, podem ter origem na atmosfera, radiação característica, ou por meio de radiação de travagem, raios X artificiais, são estes últimos, os utilizados em exposições médicas (Energ.,2002 citado por Castro, 2014).

Os raios X apresentam algumas propriedades físicas, tais como:

- Propagam -se em linha reta e em todas as direções;
- Obedecem à lei da física do inverso do quadrado da distância;
- Produzem radiação secundária ao atravessar um corpo (Santos, 2014).

Durante a emissão de raios X obtém-se três categorias diferentes de radiação:

- Radiação primária também conhecida por radiação direta, tem origem no tubo de raios X e interage diretamente no indivíduo que está a ser sujeito ao exame;
- Radiação dispersa, difusa ou secundária, resulta da interação da radiação primária com o doente ou a mesa onde este está colocado, parte dela é difundida com mais ou menos uniformidade em todas as direções, esta radiação é maior junto do ponto de entrada do feixe primário de raios X;
- Radiação de fuga que é toda a radiação que escapa à blindagem da ampola de raios X.

São a radiação dispersa juntamente com a radiação de fuga que contribuem para a dose recebida pelos profissionais de saúde que se encontrem a trabalhar numa unidade onde se realizem procedimentos em que seja necessário o apoio da fluoroscopia(Coutinho, 2013).

A figura1 pretende demonstrar esquematicamente os diversos tipos de radiação emitidos pela ampola de raios X.

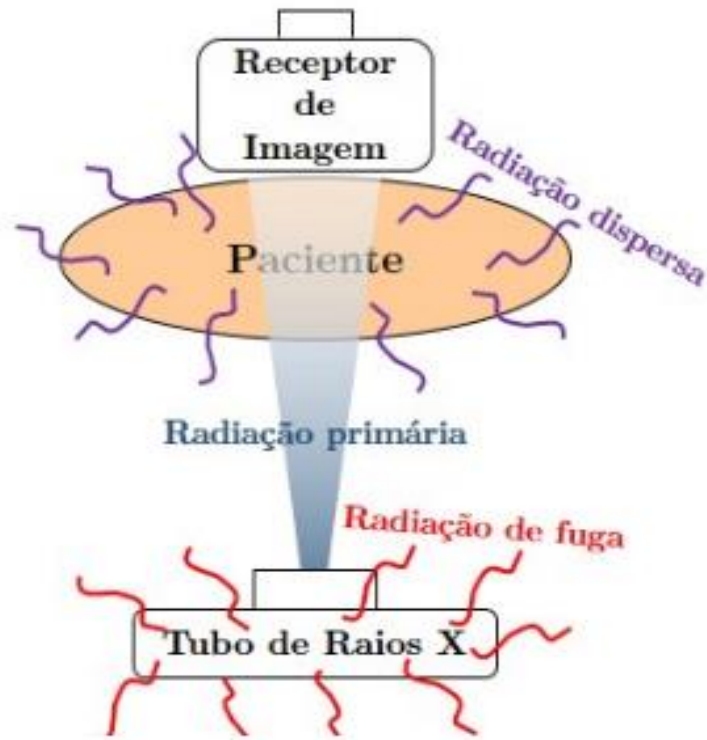


Figura 1 - Origem da Radiação

Fonte:(Coutinho, 2013)

### 2.2.3 Efeitos Biológicos

Os efeitos biológicos nos tecidos vivos, provocados pela exposição às radiações ionizantes, resultam das alterações química nas células que pode resultar: na sua morte prematura; impedimento ou atraso de divisão celular ou então modificação permanente que é passada para as células das gerações seguintes (Tauhata et al., 2014).

A reação do ser humano à exposição de radiação depende de diversos fatores, tais como:

- Quantidade total de radiação recebida;
- Quantidade total de radiação recebida anteriormente pelo organismo, sem tempo de recuperação;
- Textura orgânica individual;
- Dano físico recebido simultaneamente com a dose de radiação (queimadura, por exemplo);

- Intervalo de tempo durante o qual a quantidade total de radiação foi recebida.

É bom salientar que o efeito biológico constitui a resposta natural de um organismo, ou parte dele, a um agente agressor ou modificador (Tauhata et al., 2014).

No entanto, deve-se salientar que, na interação da radiação ionizante com a matéria, podem ocorrer diferentes resultados, designadamente:

- A radiação ionizante pode atravessar a matéria sem sofrer interação com a mesma e sem causar danos;
- A radiação ionizante pode danificar a célula, mas esta é reparada adequadamente pelo organismo;
- A radiação ionizante pode matar a célula ou impedir que esta se reproduza sem provocar danos aos tecidos, contudo, quando o número de células afetadas pela radiação ionizante é suficientemente grande, o funcionamento do tecido/órgão irradiado poderá ficar comprometido (efeitos determinísticos);
- A radiação ionizante desencadeia uma modificação do material genético da célula irradiada (quebras simples, duplas e alterações de base) que poderá conduzir a aberrações, rearranjos ou mutações celulares (efeitos estocásticos) (DGS, 2016).

Podemos então, classificar os danos que as radiações ionizantes provocam na saúde dos seres humanos em função dos valores de dose e forma de resposta, do tempo de manifestação e do nível orgânico atingido.

#### **2.2.4 Classificação dos efeitos biológicos**

Os efeitos biológicos são classificados em função dos valores de dose e tipo de resposta, estocásticos e determinísticos; em função do tempo de manifestação, imediatos e tardios; em função do nível de dano: somáticos e genéticos (hereditários) (Tauhata et al., 2014).

##### **Efeito determinísticos**

Segundo Niu, (2011), citado por Santos (2016), efeitos determinísticos são efeitos que resultam da exposição à radiação ionizante do corpo inteiro ou de parte deste que, quando

em dose suficiente, provoca danos celulares ou a morte celular, prejudicando a função (comprometimento funcional ou disfunção) do tecido ou órgão irradiado (DGS, 2016).

Existe um limiar de dose, abaixo do qual a perda de células é insuficiente para prejudicar o tecido ou órgão de um modo detectável. Isto significa que os efeitos determinísticos, são produzidos por doses elevadas, acima do limiar, onde a severidade ou gravidade do dano aumenta com a dose aplicada. A probabilidade do efeito determinístico é considerada nula para valores de dose abaixo do limiar, e cem por cento acima desse valor (Tauhata et al., 2014).

Os efeitos determinísticos aumentam em gravidade e frequência de forma linear com o aumento da dose, que faz com que cada vez menos células sobrevivam intactas. Assim, doses de radiação mais altas terão efeitos mais graves na saúde, refletindo o número e/ou proporção de células danificadas/mortas, como refere Niu (2010) e a ICRP publicação 118 de 2012. Niu (2010) também refere que o momento do aparecimento de danos no tecido varia de algumas horas a vários meses após a exposição (“latência”), dependendo do tipo de efeito e das características do tecido particular. Isto acontece porque a sensibilidade dos tecidos à radiação ionizante varia sendo diretamente proporcional à atividade proliferativa celular e inversamente proporcional à maturidade celular. Assim, ovários, testículos, medula óssea, tecido linfático e cristalino são alguns dos tecidos mais radiosensíveis (DGS, 2016).

Exemplo de efeitos determinísticos:

- Pele - lesões cutâneas;
- Cristalino - cataratas
- Órgãos reprodutores - esterilidade temporária ou permanente;
- Medula óssea - anemia;
- Em qualquer órgão - processos inflamatórios.

As várias suscetibilidades individuais e a diferente capacidade de reparação celular dos tecidos são também fatores de variação dos danos causados pelas radiações ionizantes. Existindo efeitos determinísticos, com graus de gravidade diferentes para o aumento ou diminuição da dose, conforme uma menor ou maior suscetibilidade dos indivíduos ou uma maior ou menor capacidade regenerativa das células dos tecidos.

### **Efeitos estocásticos**

Os efeitos estocásticos caracterizam-se pela probabilidade para que ocorra o efeito, sendo proporcional à dose de radiação recebida, sem a existência de limiar da mesma, isto significa que, para doses pequenas abaixo dos limites estabelecidos por normas e recomendações de proteção radiológica, podem surgir tais efeitos (Tauhata et al, 2014).

Com essa interação da radiação com as células pode surgir dano ao DNA (molécula presente no núcleo das células de todos os seres vivos e que carrega toda a informação genética de um organismo) de uma única célula que pode gerar uma célula transformada com capacidade de reprodução, havendo uma pequena probabilidade que esta célula se desenvolva numa condição maligna “câncer”. Geralmente os tumores originam-se de uma única célula, bastando que uma única exposição a baixas dose possa levar ao surgimento de um tumor, aumentando a probabilidade de o efeito deletério das radiações aumentar com um maior número de exposição às radiações ionizantes, sendo estas cumulativas (Seares & Ferreira, 2002).

Se a célula afetada é uma célula germinativa, as anomalias genéticas nos descendentes, das pessoas expostas, são outra das probabilidades embora seja extremamente raro (Niu et al, 2010 citado por DGS, 2016).

Para baixas doses de exposição, os efeitos deletérios das radiações são estocásticos, podem causar efeitos somáticos e hereditários que ocorrem a longo-prazo e que são considerados fenômenos sem limiar de dose.

### **Efeitos somáticos**

Surgem do dano nas células do corpo e o efeito aparece na própria pessoa irradiada. Dependem da dose absorvida, da taxa de absorção, da energia da radiação, da região e da área do corpo irradiado (Tauhata et al, 2014).

### **Efeitos genéticos ou hereditários**

São efeitos que surgem no descendente da pessoa irradiada, como resultado do dano produzido pela radiação em células dos órgãos reprodutores, as gônadas. Têm caráter cumulativo e são independentes da taxa de absorção da dose (Tauhata et al., 2014).

## Efeitos imediatos e tardios

Efeitos imediatos são os que ocorrem de poucas horas até algumas semanas após a exposição. Estes efeitos são provocados por doses muito altas, as lesões são severas ou até fatais, ou por doses intermediárias em que o grau de severidade é menor e não necessariamente permanente, podendo haver uma grande probabilidade de lesões severas a longo prazo.

Os efeitos tardios surgem com dose baixas e existe a probabilidade de aparecimento de lesões a longo prazo (exemplo: o surgimento do cancro após exposição a baixa dose pode chegar até aos 40 anos) (Tauhata et al., 2014).

A figura demonstra esquematicamente os efeitos das radiações ionizantes na saúde do ser humano, tendo em conta os valores de dose e tipo de resposta, efeitos determinísticos que ocorrem sempre que se ultrapassa o limiar de dose, a sua gravidade aumenta proporcionalmente com o aumento da dose e os efeitos estocásticos que são efeitos probabilísticos, ou seja, mesmo com doses baixas existe a probabilidade dos efeitos ocorrerem.

Em função do tempo de manifestação, imediatos, efeitos que surgem a curto prazo e tardios em que existe a probabilidade de surgirem com doses de radiação baixas.

Em função do nível de dano, somáticos, surgem no próprio indivíduo e genéticos surgem no descendente por irradiação dos órgãos reprodutores.



Figura 2 - Efeitos biológicos das radiações ionizantes

Fonte: (DGS,2016)

### **2.2.5 Reversibilidade, Transmissividade e Fatores de Influência**

A célula devido aos danos que sofre ao estar exposta ao meio, possui mecanismos de reparação. Quando exposta a uma dose de radiação única, tem condições de recuperar a sua integridade. Em condições normais, são repostas as células e retomam o seu ritmo de operação. Nestas condições, pode-se dizer que o dano foi reversível. Entretanto, para efeito de segurança, em proteção radiológica, considera-se que o efeito biológico produzido por radiação ionizante é de caráter cumulativo, ou seja, despreza-se o reparo do dano (Tauhata et al, 2014).

Em questão de transmissibilidade, não é o dano biológico que se transmite, mas sim os efeitos de doses elevadas nas células reprodutivas que podem levar à lesão das mesmas, podendo resultar num descendente portador de defeito genético (Tauhata et al, 2014).

São vários os fatores que modificam os efeitos biológicos das radiações (Tauhata et al, 2014):

- Idade: os indivíduos mais vulneráveis são as crianças e os idosos.  
As crianças devido ao fato de as células serem mais sensíveis às radiações que no adulto, morrem em maior quantidade apesar de terem uma maior taxa de recuperação. A maior sensibilidade também se deve ao fato do posicionamento dos órgãos estarem mais próximos uns dos outros )
- Nos idosos a sensibilidade deve-se ao fato de a reposição celular ou reparação do dano ser pouco eficiente;
- Sexo: as mulheres são mais sensíveis às radiações que os homens, porque possuem órgãos reprodutores internos e a mama é constituída de tecidos muito sensíveis à radiação. Além disso, existe o período de gestação, onde o feto apresenta a fase mais vulnerável à radiação e a mãe tem seu organismo bastante modificado em forma, composição hormonal e química;
- Estado físico: quando a pessoa está em boas condições físicas a sua resposta aos danos da radiação será atenuado em relação a uma pessoa que esteja frágil fisicamente.

## **2.3 Fluoroscopia na Cardiologia e Gastreenterologia**

Os raios X são utilizados em Cardiologia e Gastreenterologia para fins de diagnóstico e também para fins terapêuticos, o uso da fluoroscopia permite a visualização de imagens radiológicas em tempo real e de um modo dinâmico.

### **2.3.1 Fluoroscopia**

A fluoroscopia é uma das diversas técnicas de imagem que recorre à radiação ionizante para a obtenção de imagens dinâmicas em tempo real. Este procedimento, na área da saúde, permite a visualização de estruturas anatómicas em duas dimensões. As unidades de fluoroscopia são constituídas por uma fonte de raios X e por um recetor de imagem, ao qual está acoplado um monitor onde são exibidas as imagens produzidas.

Devido à capacidade que a fluoroscopia tem de visualização de imagens em tempo real, permite a sua utilização em blocos operatórios em cirurgias onde haja necessidade de apoio de raios X, como por exemplo, colocação de próteses ortopédicas.

Como também tem a capacidade de apoio a estudos dinâmicos com a possibilidade de aquisição de imagens em sequências rápidas, a fluoroscopia é utilizada em estudos de cardiologia, neurologia, gastroenterologia, ortopedia e estudos do sistema urogenital. Exemplos desses procedimentos médicos são, as angiografias que estudam os vasos sanguíneos, os clisteres opacos para o estudo do intestino grosso, as vertebroplastias para o tratamento de fraturas vertebrais, entre outros. Nalguns destes procedimentos poderá existir a necessidade de injetar um agente de contraste, que permite a visualização de estruturas anatómicas que só se podem distinguir de outras com a utilização desses produtos (Coutinho, 2013).

Durante a utilização de fluoroscopia há emissão de radiação ionizante (raios X), a exposição a que os doentes estão sujeitos é a da radiação direta que é produzida pelo feixe primário, já a do pessoal que se encontra a trabalhar na sala, onde se realizam estes exames, é em grande parte proveniente da radiação difusa emitida pelo doente e pela mesa onde o mesmo está deitado, quando este é sujeito ao feixe principal de radiações.

### **2.3.2 Cardiologia – Pacemaker, CDI e CRT**

Os Pacemaker, CDI e CRT são sistemas de dispositivos intracardíacos implantáveis no tratamento da insuficiência cardíaca, que consiste num gerador de impulso e eléctrodo ou eléctrodos que conduzem o impulso eléctrico para o coração do paciente (Rapsang &



Bhattacharyya, 2014). Para a colocação destes eléttodos é necessário a utilização de fluoroscopia em tempo real, para que o médico consiga orientar a progressão do mesmo. Os eléttodos são colocados através de uma pequena incisão, feita junto ao ombro, e que permite aceder à veia através da qual se faz a sua introdução e progressão até às cavidades direitas do coração, como se pode ver na figura 3.

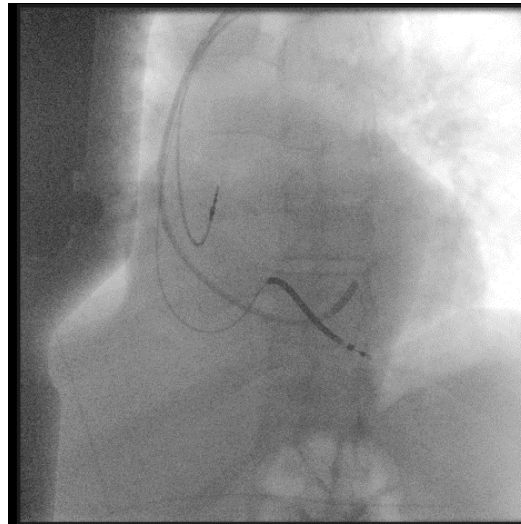


Figura 3 - Imagens de colocação de Pacemaker

### **2.3.3 Gastroenterologia - CPRE**

Uma grande parte da exposição aos raios X utilizados em Gastroenterologia deve-se aos procedimentos de diagnóstico e terapêutica praticados no sistema biliopancreático durante a CPRE. Este procedimento usa a fluoroscopia para verificar a posição dos cateteres e os fios-guia. Após a injeção de contraste, a fluoroscopia é utilizada para avaliar a anatomia dos sistemas ductais da árvore biliar e do pâncreas, e como ajuda para determinar se a doença está presente. Geralmente obtém-se um registo fotográfico para que fique documentado, capturando a última imagem fluoroscópica, uma única imagem, ou uma sequência de imagens, dependendo das características do equipamento usado. A fluoroscopia também é utilizada com ajuda na terapia, por exemplo, esfínterectomia, remoção de cálculos, biópsia ou citologia, e colocação de um stent.

A figura 4 mostra uma imagem de exames de CPRE, vêm-se a vias biliares nas quais foi injetado um produto (produto de contraste) que permite que estas sejam visíveis aos raios X.

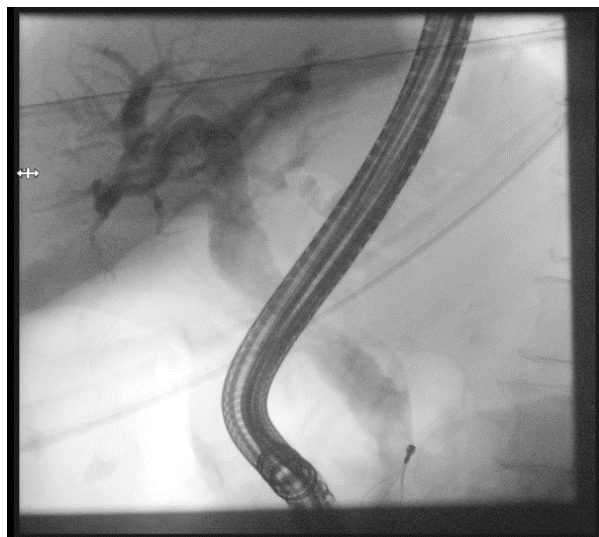


Figura 4 - Imagens de exames de CPRE

### 2.3.4 Equipamento de Fluoroscopia

Existem vários tipos de equipamentos de fluoroscopia que permitem a visualização das estruturas anatómicas em tempo real e dinamicamente, os utilizados na CPRE e Pacemaker, devido às necessidades especiais, tanto de condições de assepsia como de apoio de anestesia para sedação do doente, são equipamentos portáteis que podem ser deslocados para fora dos serviços de radiologia.

Estes equipamentos são conhecidos como de arco em C e consistem, tal como o nome sugere, num braço com a forma de um C (figura 5), que tem numa das pontas um tubo de raios X (ampola) e noutro um recetor de imagem, que podem ser de dois tipos:

- Intensificador de imagem – converte os raios X em luz visível, para que a imagem possa ser visualizada e gravada;
- Detetores digitais planos - converte os raios X em carga elétrica, produz uma imagem digital. Estes detetores são da nova geração de recetores de imagem (Baptista, 2011).

Tipicamente, estes sistemas podem realizar rotações para a esquerda e para a direita (ao longo do plano transversal do paciente) e podem, ainda, inclinar-se na direção dos pés ou da cabeça do paciente. A maioria possuiu um centro de rotação denominado isocentro, no qual, qualquer objeto lá colocado permanece centrado com o feixe de raios X, independentemente da rotação do braço. Permite a colocação da ampola acima ou abaixo da mesa, mas o mais comum é este se encontrar na segunda posição referida. Dado que

este equipamento é portátil, a mesa utilizada é que se encontra na sala onde é realizado o procedimento.

Este tipo de equipamento não possui proteção para reduzir a radiação dispersa. São comumente utilizados em blocos operatórios e em unidades de cuidados intensivos e possuem, geralmente, intensificadores de imagem com diâmetros entre 18 e 23 cm.(Coutinho, 2013) Também fazem parte destes equipamentos dois monitores para visualização das imagens produzidas pelo arco em C.

Estes equipamentos apresentam sinais sonoros que servem para sinalizar se existe uma libertação prolongada de radiação e taxa de dose elevada. Também existe um sinal luminoso no cimo, entre os dois monitores de visualização de imagem, que fica acesa enquanto são emitidos raios X, este sinal permite que em qualquer parte da sala, onde o trabalhador possa estar, consiga perceber o momento em que há radiação na sala de exame.

A imagem abaixo é representativa de um aparelho de fluoroscopia, com o braço de arco em C e os dois monitores de visualização de imagem.



Figura 5 - Imagem de um equipamento de Fluoroscopia - arco em C

Fonte:(Siemens, 2018)

## **2.4 Proteção Radiológica Ocupacional**

A Proteção Radiológica tem como objetivo principal a proteção do Homem face às radiações ionizantes sem, contudo, limitar excessivamente o seu uso e consequentes benefícios resultantes de uma exposição controlada às radiações (Lin Chin, 2013).

O objetivo deste capítulo é enquadrar o tema da proteção radiologia, como forma de diminuir a exposição ocupacional que se considera, a exposição a que os trabalhadores, incluindo trabalhadores externos, aprendizes e estudantes estão sujeitos no decurso da sua atividade profissional (Decreto-Lei nº108, 2018).

Em fluoroscopia é difícil falar de proteção radiológica do trabalhador, sem se falar em proteção do doente, porque uma depende da outra, se irradiarmos o doente com doses elevadas, essas doses consequentemente traduzem-se em maior dose para o trabalhador que esteja exposto.

### **2.4.1 Grandezas de Proteção Radiológica**

As grandezas de proteção estão relacionadas com a dose (quantidade de energia depositada num material), os efeitos biológicos são distintos sendo provocados por diferentes tipos de radiação e alguns órgãos são mais radiosensíveis que outros (como os que têm células em rápida divisão) (Lin Chin, 2013).

São três as grandezas de proteção relacionadas com a dose:

Dose Absorvida - razão entre a energia média depositada pela radiação ionizante num dado volume por unidade de massa desse volume e é expressa em Gray (Gy)\_(Decreto-Lei nº108, 2018).

Dose Equivalente - dose absorvida média num determinado tecido ou órgão T, ponderada pelo tipo e qualidade da radiação incidente, sendo expressa em Sievert (Sv) (Decreto-Lei nº108, 2018).

Dose Efetiva soma das doses equivalentes ponderadas em todos os tecidos e órgãos do corpo representando a contribuição relativa de cada órgão irradiado para o detrimento total do indivíduo. É expressa em Sievert (Sv) (Decreto-Lei nº108, 2018).

A ICRP tem nas suas publicações, recomendações sobre limite de doses ocupacionais que são aceites na maioria dos países. Os limites referem-se a dose efetiva, para todo o corpo e dose equivalente para regiões ou tecidos específicos (Moura & Bacchim Neto, 2015).

#### **2.4.2 Grandezas dosimétricas**

As grandezas dosimétricas são utilizadas para descrever e quantificar a quantidade de energia depositada por um feixe de radiação num determinado meio. A dosimetria das radiações ionizantes relaciona quantitativamente as medições realizadas num campo de radiação com as alterações físicas, químicas e biológicas produzidas num alvo por essa radiação. Assim sendo, a dosimetria individual revela-se essencial para quantificar o risco de incidência das alterações biológicas em função da quantidade de radiação recebida e monitorizar a exposição à radiação dos indivíduos (Lombardi, 2007 citado por Lin Chin, 2013).

Como é referido por Melo & Melo, (2008); Panuccio, et al, (2011); Miguel & Vasconcelos, (2012) e citado por Santos, (2014), para a monitorização da dose de radiação individual de cada profissional exposto, num determinado intervalo de tempo, são utilizados dosímetros individuais, que devem ser colocados por dentro do Equipamento de Proteção Individual, EPI. O dosímetro deve ser sempre usado, quando o profissional estiver numa área de risco de exposição de radiações ionizantes (Santos, 2014).

#### **2.4.3 Modos de Operação de Emissão de Fluoroscopia**

A emissão de fluoroscopia pode ser feita de dois modos, que se diferenciam pelo tempo de ativação do feixe de radiação:

- Fluoroscopia contínua - utiliza um feixe contínuo de raios X, enquanto o operador estiver a acionar o botão de disparo;
- Fluoroscopia pulsada – neste modo quando o botão de disparo é acionado e durante a emissão de raios X, o gerador do equipamento produz uma série de pulsos curtos e intensos. Nestes casos o operador pode escolher a taxa de frames por segundo (Coutinho, 2013).

A figura abaixo, demonstra esquematicamente, como é o feixe de raios X na exposição de fluoroscopia contínua e pulsada.

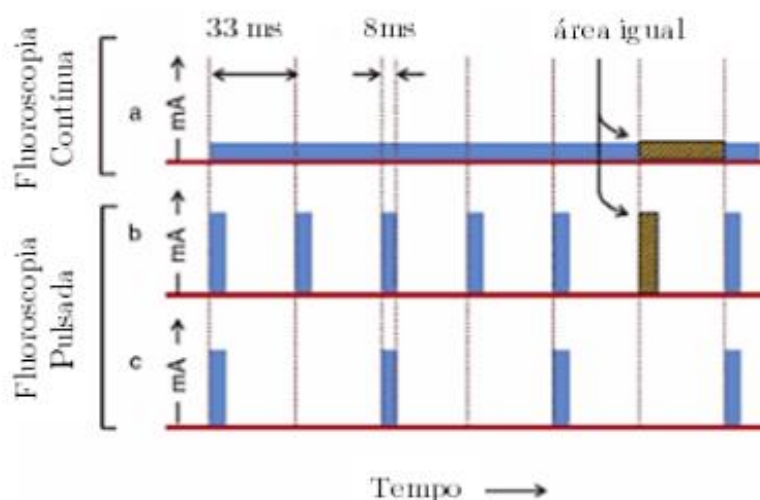


Figura 6 - Comparação entre Fluoroscopia Contínua e Pulsada

Fonte:(Coutinho, 2013)

O tipo de feixe que é emitido pela fluoroscopia contínua permite imagens de qualidade com um custo de dose de exposição maior que o de fluoroscopia pulsada em que a taxa de formação de imagem se deve a vários *frames* (exemplo: 30 *frames* por segundo). Neste caso, o operador do equipamento pode escolher os *frames* que mais se adaptem ao exame que está a decorrer de modo a que não haja prejuízo da qualidade de imagem e que se consiga uma menor dose de radiação emitida

#### 2.4.4 Parâmetros de Exposição

As unidades de fluoroscopia apresentam três possibilidades de configurações de parâmetros de fluoroscopia, alta, média e baixa definição, também permitem o modo de aquisição de imagem direta, que requer doses pelo menos 10 vezes superiores às usadas na fluoroscopia. Assim para não aumentar a dose de radiação durante o exame, é preferível conservar a última imagem fluoroscópica, após terminado a exposição. Recentemente as unidades de fluoroscopia já estão equipadas com a possibilidade de gravação de vídeo, permitindo ao operador, observar imagens sem ser necessário recorrer à irradiação contínua (Domingos, 2013).

#### 2.4.5 Parâmetros Técnicos do Equipamento

Na utilização de fluoroscopia o que se pretende é a obtenção de uma melhor imagem, com a possibilidade de uma boa definição, que permita um diagnóstico o mais correto possível, utilizando a menor dose de radiação necessária. Nos equipamentos existem alguns fatores técnicos, que devem ser conhecidos pelo operador, com o intuito de este otimizar o seu método de trabalho e doses de exposição (ICRP, 2011). Os parâmetros técnicos disponíveis nestes equipamentos são:

- Colimação - permite colimar o feixe de raios X, limitando o campo de radiação à área de interesse reduzindo a quantidade de tecido irradiado e também a quantidade de radiação dispersa, permitindo uma melhor qualidade de imagem. Segundo a ICRP nas novas unidades de fluoroscopia digital já está disponível a colimação virtual (posicionamento dos colimadores sem uso de radiação), ferramenta útil para reduzir a dose do doente e consequentemente a radiação dispersa (Domingos, 2013).
- Filtragem - é feita por filtros adicionais que se colocam entre a fonte de raios X e o objeto, cuja função é absorver os fótons de baixa energia. Uma filtragem insuficiente pode originar um aumento de dose no doente e nos profissionais. Atualmente a maioria dos equipamentos já trazem como especificações esses filtros (Domingos, 2013).
- Grelhas Anti-difusoras – são grelhas colocadas entre o objeto e o detetor de imagem que tem como função a absorção da radiação difusa, a fim de melhorar a qualidade de imagem, com o prejuízo de aumentar a dose para o doente e para o profissional. Estudos têm demonstrado em casos pediátricos, que a remoção da grelha resultou numa redução da dose até um terço a um meio com pouca ou nenhuma degradação da qualidade e contraste da imagem (ICRP, 2011 citado por Domingos, 2013).
- Dispositivo de controlo automático de exposição – este dispositivo permite que a intensidade do feixe de raios X à saída da ampola não se mantenha constante, ou seja, a quantidade de radiação aumenta ou diminui, para manter a mesma qualidade de brilho da imagem. A sua variação irá depender da espessura da zona a estudar e das dimensões do doente.  
“Estes sistemas eletrónicos têm um sensor que deteta a quantidade de sinal que está a ser produzido no recetor de imagem e ajusta o gerador de raios X de modo

a aumentar ou diminuir os fatores de exposição (tipicamente kV, mA e tempo), permitindo manter uma imagem de qualidade constante.” (Domingos, 2013).

#### **2.4.6 Fatores que Influenciam a Dose Recebida Pelo Profissionais**

As radiações recebidas pelos profissionais dependem das doses recebidas pelos doentes, que são a principal fonte de radiação direta (Baptista, 2011).

Existem alguns procedimentos que os profissionais podem adotar com a intenção de diminuir a dose ocupacional.

##### **Tempo de Fluoroscopia**

O tempo de fluoroscopia é quantificado, pelo período de tempo durante o qual há emissão de raios X e é medido em minutos. Este parâmetro é uma quantificação não dosimétrica e não inclui informação acerca da taxa de dose sendo um parâmetro fácil de entender e está disponível em todos os aparelhos de fluoroscopia (Coutinho, 2013).

##### **Distância do Trabalhador à Fonte de Raios X**

Os profissionais expostos às radiações emitidas por um equipamento de fluoroscopia estão sujeitos à radiação primária emitida pela ampola de raios X e à radiação dispersa difundida pelo doente e pela mesa onde este se encontra, a última tem a principal quota na irradiação aos trabalhadores.

Pode-se então proteger os trabalhadores das radiações, utilizando a lei física do inverso do quadrado da distância, afastando estes o mais distante possível da fonte de emissão de radiações. Este método é talvez o mais simples e prático na proteção dos trabalhadores quando há emissão de raios X, sendo menor a dose a que está exposto o trabalhador que se encontra mais afastado, como se pode verificar na imagem da figura 7 (Domingos, 2013).



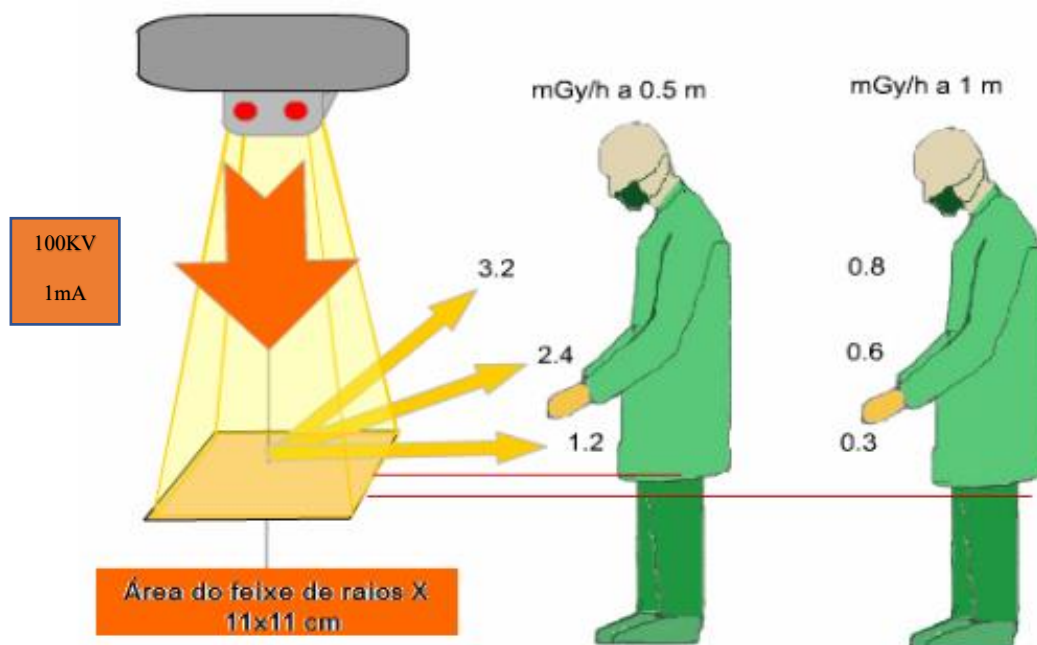


Figura 7 - Variação da taxa de dose de acordo com a distância, (área do feixe de raios X, 11cmX11cm, a 100KV e 1mA)

Fonte: (Baptista, 2011)

### Curvas de Isodose

Segundo Lima (2009) e citado por Domingos (2013), “as curvas de isodose são lugares geométricos de pontos onde ocorre a mesma velocidade de exposição (mSv/h ou mGy/h) e fornecem valores quantitativos desta grandeza para diversas distâncias à ampola as quais variam com o posicionamento do equipamento. Estas são obrigatoriamente fornecidas pelos fabricantes, juntamente com os aparelhos e devem ser analisadas”

As curvas de isodose variam de acordo com o biótipo do doente. Quando aumenta a espessura do paciente diminui a energia total do feixe emergente, mas aumenta a fração da radiação dispersa que por sua vez irá aumentar a dose ocupacional como se pode verificar na figura abaixo (Domingos, 2013).

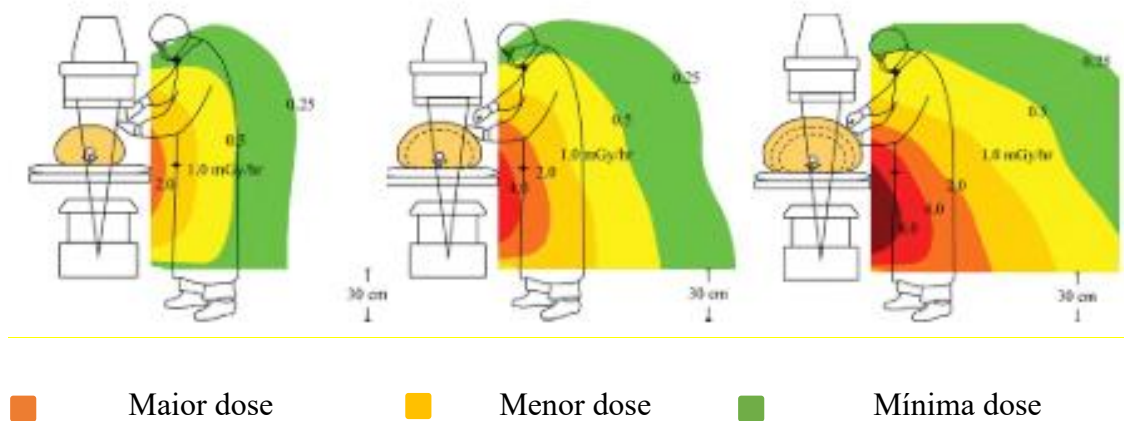


Figura 8 - Variação da radiação dispersa - curvas de isodose de acordo com o biótipo do doente

Fonte: Domingos, (2013)

### Configuração do equipamento de fluoroscopia

O equipamento de fluoroscopia permite várias configurações de posicionamento, tais como:

- Ampola por cima do doente e detetor por baixo da mesa (Fig. 9-A);
- Ampola por baixo da mesa e detetor por cima do doente (Fig. 9-B);
- Obliquas do equipamento (Fig. 9-C);
- Ampola e detetor na horizontal (Fig. 9-D).

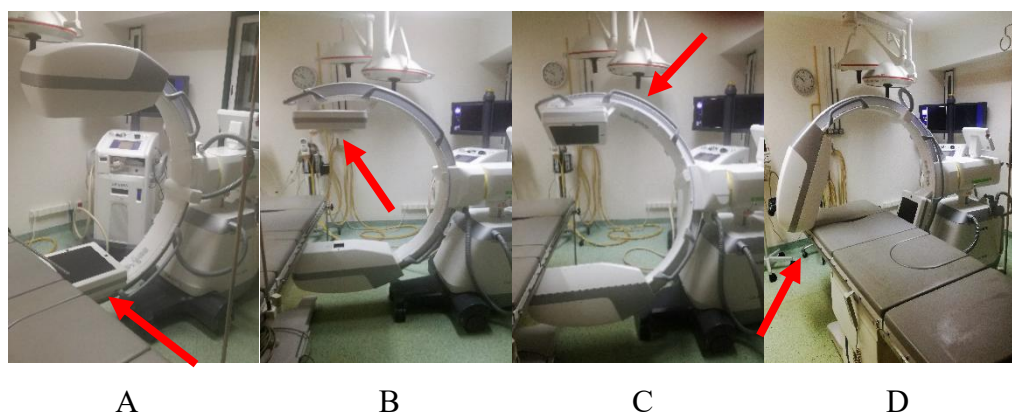


Figura 9 - Configurações do Arco em C do Equipamento de Fluoroscopia A - detetor por baixo; B – detetor por cima; C – braço em C oblíquo em relação à mesa; D – braço em C na horizontal em relação à mesa

Como refere Domingos (2013), “a radiação dispersa em direções próximas da direção incidente é dirigida para o interior do doente e sujeita a nova atenuação pelo que os níveis de radiação dispersa do lado do feixe emergente são menores do que do lado incidente.” Por este motivo é preferível colocar a ampola debaixo da mesa, reduzindo substancialmente a taxa de altas doses no cristalino, mãos e tiroide do médico que realiza o exame, sendo este o profissional que se encontra mais próximo do doente.

A quantidade de radiação dispersa é menor do lado emergente do feixe e maior no lado incidente como se pode verificar na figura 10.

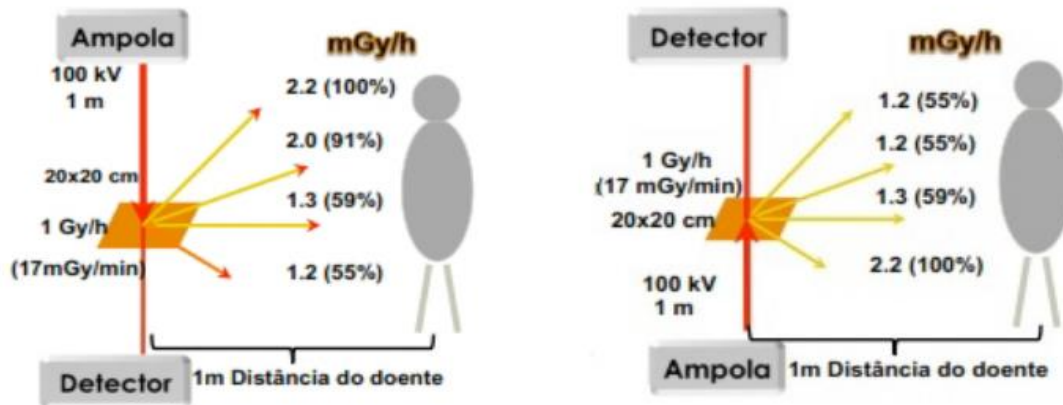


Figura 10 - Variação da radiação dispersa recebida pelo profissional de acordo com o posicionamento da ampola

Fonte: Domingos (2013)

Também é importante referir, como diz Rihani (2011) citado por Domingos (2013), que as projeções oblíquas, devido ao fato de a espessura do doente aumentar, resulta num aumento dos parâmetros de exposição, a fim de manter a qualidade da imagem, como podemos verificar na figura abaixo.

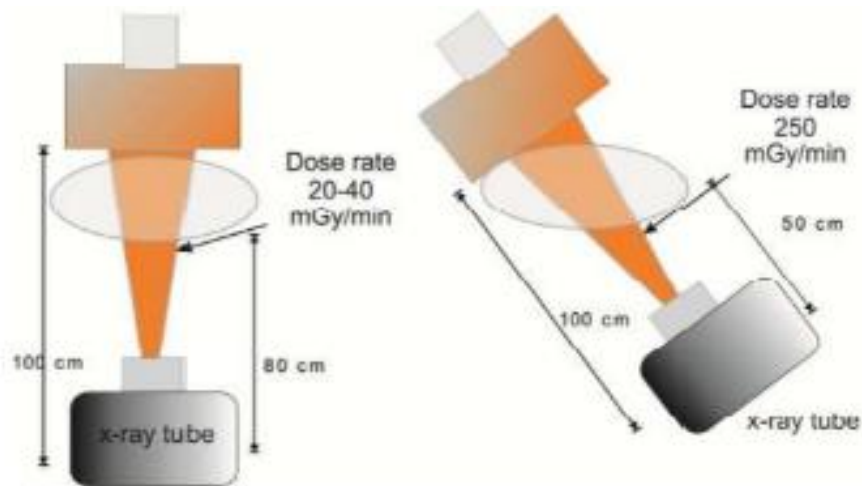


Figura 11 - Efeito da angulação na dose do paciente

Fonte: Domingos (2013)

Outro fator que pode aumentar a dose ocupacional é a espessura do doente, quanto maior for a sua espessura maior é a atenuação de uma forma exponencial ao longo do corpo do mesmo, diminuindo a energia do feixe emergente, mas aumentando a fração de radiação dispersa que irá aumentar a dose ocupacional (Domingos, 2013).

#### 2.4.7 Barreiras de Proteção

O poder de penetração das radiações ionizantes faz com que seja essencial a proteção dos profissionais expostos, para isso é necessário a adoção de medidas que as atenuem (Melo & Melo, 2008 , apud Santos, 2014).

Existem três tipos de barreiras de proteção:

- Arquitetural – barreiras protetoras embutidas nas paredes das salas de intervenção (medidas de construção);
- Equipamentos móveis – barreiras que se movimentam conforme a necessidade espacial (biombos protetores);
- EPI-R (Equipamento de Proteção Individual Radiológica) – protege um único indivíduo ou parte dele.(Santos, 2014)

Os equipamentos móveis são compostos por chumbo, que dada à sua elevada densidade e número atômico, absorve a radiação ionizante e reduz a exposição à radiação para a maior parte do corpo pelo menos dez vezes (Gonçalves, 2009, apud Santos, 2014).

Estes equipamentos, que podem ser telas de proteção ou unidades móveis de proteção, tem uma espessura equivalente a pelo menos 0,25mm de chumbo e podem ter a configuração de abas, escudos ou painéis de vidro, servem para interceptar a radiação dispersa.

As telas (Fig.12-A) são por vezes utilizadas em salas de cirurgia onde é utilizada a fluoroscopia, a sua utilização em termos práticos é de difícil utilização, porém podem reduzir a intensidade dos raios X em mais de 90%. As unidades móveis de proteção (biombos) são por vezes mais confortáveis de utilizar. (fig.12- B) (Domingos, 2013).



A



B

Figura 12 –Barreiras de proteção A- Abas de Proteção B- Biombo de proteção móvel

Fonte – Imagem A (Domingos, 2013)

Entende-se por equipamento de proteção individual “todo o equipamento, bem como qualquer complemento ou acessório, destinado a ser utilizado pelo trabalhador para se proteger dos riscos, para a sua segurança e para a sua saúde” (Decreto-Lei no 348, 1993).

O EPI-R, como meio de barreira contra as radiações ionizantes, “deve ser adequado aos riscos a prevenir e às condições existentes no local de trabalho, sem implicar por si próprio

um aumento de risco”, e deve “atender às exigências ergonômicas e de saúde do trabalhador” (Decreto-Lei nº 348, 1993).

O objetivo do EPI-R é garantir que a dose a que um profissional se expõe obedece ao princípio ALARA (Tão Baixo como Razoavelmente Aceitável) e que os limites para a segurança relativa as radiações ionizantes não são ultrapassadas (Santos, 2014).

Como refere Pereira & Soares, (2011) citado por Santos, (2014) é uma maneira simples, eficaz e de baixo custo para proteção ocupacional do indivíduo exposto à radiação.

Existem vários tipos de EPI-R, que são utilizados conforme a zona do corpo a que se destina a proteção:

### **Avental, colete ou saia**

A espessura de chumbo destes EPIs pode ter entre 0,25mm, 0,35mm ou 0,5mm de Pb, estes últimos podem atenuar até cerca de 95% da radiação dispersa e são escolhidos tendo em conta as energias dos raios X usadas em procedimentos intervencionistas. Para que sejam mantidos em boas condições de proteção estes EPIs devem ser alvo de inspeções periódicas (Baptista, 2011).

### **Protetor de tireoide**

Como o nome indica, este EPI tem a finalidade de proteger a tireoide dos indivíduos expostos e pode reduzir a dose recebida pelos profissionais quando usado juntamente com um avental (ou colete/saia) (Fig.13).

Um avental de chumbo com 0,35mm de espessura de chumbo, deve ser suficiente para a maioria dos procedimentos de fluoroscopia (Domingos, 2013).



## Exposição Ocupacional a Radiações Ionizantes



A



B



C



D

Figura 13 - Exemplos de aventais plumbífero A - saia e colete protetor (Baptista, 2011); B - avental e protetor tiroide;  
C e D - avental completo com apoio lombar

### **Luvras Plumbíferas**

Nos procedimentos cirúrgicos as mãos do médico, por vezes necessitam estar muito próximo do doente e da área exposta aos raios X, estas ficam sujeitas à radiação dispersa. Whitby, (2005) diz e Baptista, (2011) cita que as luvas Plumbíferas são luvas tipo cirúrgicas (Fig.14), com um equivalente de 0,02mm Pb que podem diminuir a dose, de radiação dispersa, das mãos do cirurgião em cerca de 15-20%. Estas luvas não são eficientes quando estão na direção do feixe primário, pois o próprio controlo de exposição automático do equipamento vai aumentar a taxa de dose, para que os raios X penetrem a barreira de Pb das luvas, o que leva a doses maiores nas extremidades. As desvantagens destas luvas é o seu elevado preço e a perda de sensibilidade para a execução das tarefas do cirurgião. (Kim,2009; Miller, 2010 apud Baptista, 2011)



Figura 14 - Luvas Plumbíferas

Fonte: (Baptista, 2011)



### **Óculos Plumbíferos**

Como foi referido por Kim, (2009) e citado por Baptista, (2011), a utilização dos óculos plumbíferos podem atenuar a radiação dispersa entre 35% a 95%. A dimensão das lentes e a existência ou não de proteção lateral, depende do posicionamento dos cirurgiões em sala durante o exame (Fig. 15). Estes óculos contribuem com uma proteção eficaz do cristalino, mas caso apresentem proteção lateral adicional e as suas lentes contenham no mínimo um equivalente de 0.25mm Pb, podem tornar-se desconfortáveis ao utilizador (Miller, 2010; Chambers, 2011 apud Baptista, 2011).

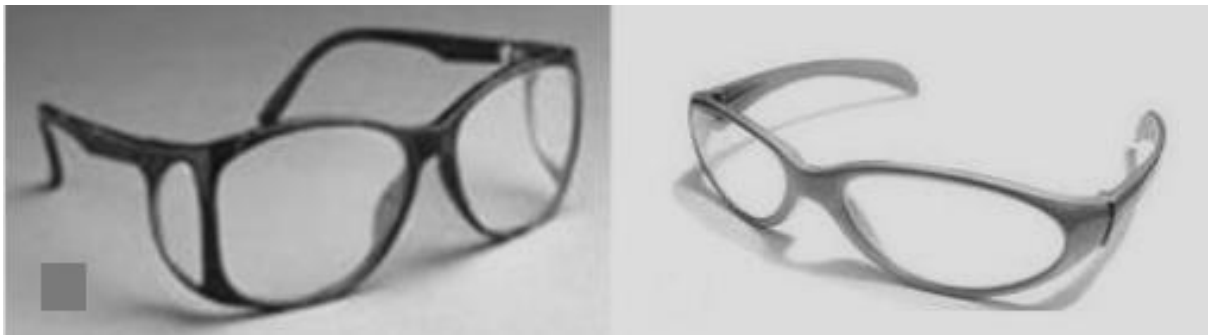


Figura 15 – Óculos Plumbíferos

Fonte: (Baptista, 2011)

### **2.5 Enquadramento Legal à Exposição a Radiações Ionizantes**

O princípio da proteção radiologia baseia-se no princípio ALARA “AS Low As Reasonably Achievable”, tão baixo quanto razoavelmente possível, ou princípio de otimização, que no enquadramento normativo decreto-lei nº 108/2018 de 3 de dezembro, artigo 6º se entende que “A proteção contra radiações das pessoas sujeitas a exposição ocupacional ou a exposição do público deve ser otimizada por forma a manter o valor das doses individuais, a probabilidade de ocorrência das exposições e o número de pessoas expostas, num nível tão baixo quanto razoavelmente possível, tendo em conta o estado atual do conhecimento técnico e fatores económicos e sociais.”

No que diz respeito ao radiodiagnóstico, radiologia de intervenção, planeamento, orientação e verificação, todas as doses devem ser mantidas a um nível tão baixo quanto

razoavelmente possível, desde que permitam obter as informações médicas necessárias (Decreto-Lei nº108, 2018).

Outro fator importante da exposição às radiações ionizantes e proteção radiológica, em matéria de diagnóstico e terapêutica, prende-se com o princípio da justificação, que diz haver necessidade de justificar a exposição radiológica, assegurando que essa prática é benéfica para o indivíduo ou para a sociedade em detrimento dos seus efeitos deletérios, ou seja, a exposição médica deve apresentar benefício real e suficiente com ganhos diretos para o indivíduo ou para a sociedade, depois de excluir alternativas em que não seja necessário a utilização de radiação ionizante (Decreto-Lei nº108, 2018).

Segundo o artigo 18º do decreto-lei nº 108/2018, de 3 de dezembro “As práticas que envolvam exposição ocupacional ou exposição do público devem ser justificadas como classe ou tipo de práticas, tendo em conta ambas as categorias de exposição”.

### **2.5.1 Trabalhadores Expostos**

Trabalhador exposto, como é definindo no Decreto-Lei 108/2018 de 3 dezembro, “pessoa submetida durante o trabalho, por conta própria ou de outrem, a uma exposição decorrente de práticas abrangidas pelo presente decreto-lei, suscetíveis de resultar numa dose superior a qualquer um dos limites de dose fixados para os membros do público.”

Estes trabalhadores estão sujeitos a vários perigos intrinsecamente ligados à instalação, atividade, equipamento, um agente ou outro componente material do trabalho com potencial para provocar dano (Decreto Lei n.º102/2009, 2009). A probabilidade da concretização desse dano, o risco, depende das condições de utilização, exposição ou interação do componente material do trabalho que apresente perigo (Decreto Lei n.º102/2009, 2009).

Na realização de exames de CPRE, Pacemaker, CIT e CDI , são vários os perigos e consequentemente vários riscos a que os trabalhadores estão sujeitos de acordo com Duarte & Soares (2007) , citado por Santos (2014), os principais riscos a que estes estão expostos são biológicos, físicos, químicos e psicossociais.

As radiações ionizantes, emitidas pela fluoroscopia, fazem parte dos riscos físicos a que estão sujeitos os profissionais que trabalham na sala onde se realizam exames de CPRE, Pacemaker, CDI e CI. As equipas que aí trabalham são multidisciplinares e o seu posicionamento em sala depende das funções a que estão destinadas (anexo 1). Os riscos de exposição de cada um depende da posição onde este tem de estar para exercer as suas funções, ficando mais expostos os que se situam mais perto da zona em que incide o feixe de raios X e consequentemente a radiação difusa.

### **2.5.2 Classificação de Trabalhador Exposto**

Os trabalhadores expostos às radiações ionizantes são classificados em duas categorias, categoria A e categoria B. Para cada categoria estão estabelecidas obrigações distintas, designadamente ao nível da “monitorização individual” do trabalhador - artigo 73º e 74º do Decreto-Lei n.º 108/2018 de 3 dezembro – por dosimetria individual, com uma periodicidade específica (anexo 2).

A nível nacional, encontram-se legislados limites de dose, que visam prevenir a ocorrência de efeitos determinísticos nos trabalhadores expostos, assim como minimizar a probabilidade de efeitos estocásticos, considerando o risco ocupacional aceitável (Niu, 2011 citado por DGS, 2016).

Os limites de dose estabelecidos pelo Decreto-Lei nº 108/2018 de 3 de dezembro, referem-se a quatro grandes grupos:

- a) Trabalhadores expostos a radiações ionizantes;
- b) Trabalhadoras grávidas ou lactantes expostas a radiações ionizantes, considerando-se que é necessário prestar proteção especial durante a gravidez e a amamentação, sendo proibido a realização de atividades a que possam estar expostas às radiações ionizantes, artigo 51º e 54º do Decreto-Lei nº 102/2009 de setembro;
- c) Aprendiz e estudantes com idade igual ou superior a 16 anos e menor do que 18 anos que, no âmbito dos seus estudos, sejam obrigados a utilizar fontes de radiação ionizante (e.g. no âmbito de estágios curriculares ou profissionais);
- d) Membros do público. (DGS, 2016)

Os limites de dose para as diferentes classes referem-se a:

- Limite Dose Efetiva (anexo 3);
- Limite de Dose equivalente do cristalino (anexo 4);
- Limite de Dose equivalente para a pele (anexo 5);
- Limite de Dose equivalente para as extremidades (anexo6).

### **2.5.3 Vigilância da Saúde dos Trabalhadores Expostos**

A vigilância de saúde dos trabalhadores expostos às radiações ionizantes, tem como objetivo, determinar o seu estado de saúde no que se refere à aptidão para o trabalho. Essa vigilância deve incluir, um exame de admissão, prévio à classificação em categorias e exames periódicos com a finalidade de saber se esses trabalhadores continuam aptos para o exercício das suas funções, nos trabalhadores de categoria A, deve ser anual. O serviço de saúde do trabalho pode proceder ao prolongamento da vigilância médica, mesmo após o trabalhador cessar funções, sempre que seja necessário preservar a saúde do trabalhador (Decreto-Lei nº108, 2018).

### **2.5.4 Informação /formação a prestar ao trabalhador exposto à radiação ionizante**

Para assegurar a saúde dos trabalhadores expostos, a entidade patronal, em estreita articulação com o Serviço de Saúde e Segurança do Trabalho/Serviço de Saúde Ocupacional, deve fomentar ações de sensibilização e formação, quanto à prevenção de risco profissional associado à exposição a radiações ionizantes (DGS, 2016).

## **2.6 Metodologia**

Segundo Yin (2011) “ um estudo de caso é uma investigação empírica que: investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real ”, a sua preferência deve ser dada quando se estuda eventos contemporâneos, em situações onde os comportamentos relevantes não podem ser manipulados, mas onde é possível se fazer observações diretas e entrevistas sistemáticas (Yin, 2001), por este motivo, neste caso, pensa-se estar perante um estudo de caso.

Para a realização deste trabalho foram utilizados materiais que permitem responder à questão em estudo.

Este estudo prevê a realização de questionários com o objetivo de verificar hipóteses sobre a forma de relação entre variáveis. Os questionários serão aplicados por via eletrônica, com recurso à ferramenta “Formulários do Google”.

Segundo Ghiglione e Matalon,(1995), por definição, um questionário é um instrumento rigorosamente standardizado, tanto no texto das questões como na sua ordem. A fim de garantir que, cada questão seja colocada a cada pessoa da mesma forma sem ser necessário adaptações nem explicações suplementares e para que não haja qualquer ambiguidade, estas devem ser claras e o entrevistado deverá saber exatamente o que se espera dela, nem que para tal os entrevistadores sejam obrigados, em relação a algumas pessoas, reformular uma questão. Então para tal, antes do envio dos questionários foi feito um pré-teste, que serve para garantir que este seja de fato aplicável e que responda efetivamente ao problema colocado pelo investigador.(Ghiglione e Matalon, 1995)

Para a realização do pré-teste foram escolhidas três pessoas representantes das classes profissionais que fazem parte da população em estudo, qualquer uma dessas pessoas não faz parte do estudo. Foi explicado aos funcionários o que se pretendia da sua colaboração, o pré-teste foi entregue a um Assistente Operacional, um Técnico de Radiologia e um Enfermeiro, todos trabalham no serviço de radiologia do HJJF, onde existe emissão de radiações ionizantes. Durante a realização dos questionários houve acompanhamento pelo entrevistador, com a intenção de se perceber se existe a necessidade de fazer alguma alteração ao questionário. Verificou-se que existiam duas questões que respondiam ao mesmo tema, como tal, uma delas foi retirada do questionário e outra das questões foi reformulada por ter criado dúvidas a um dos entrevistados.

Após a reformulação do questionário, este foi novamente apresentado aos funcionários escolhidos para o pré-teste, a fim de garantir que as alterações efetuadas sejam claras de modo a que o entrevistado saiba o que se espera das questões. Verificou-se então que não foi necessário nem adaptações nem explicações adicionais, concluindo-se que o questionário é de fato aplicável à população em estudo.

### **3 Materiais e Métodos**

A abordagem deste estudo foi delimitada pela revisão bibliográfica com o objetivo de aprofundar conceitos chave referentes a radiações ionizantes, proteção radiológica, exposição ocupacional e efeitos biológicos no Homem quando expostos às radiações ionizantes, para tal recorreu-se à análise de artigos científicos, legislação e estudos de investigação já realizados

Posteriormente foi solicitado ao Concelho de Ética da ULSBA, o pedido de autorização de utilização de dados e informação pertinente, que permitam a realização do estudo segundo as regras instituídas nesta unidade de saúde, pedido esse que foi concedido (anexo 7).

O local escolhido para a realização do estudo foi, a Unidade de Técnicas Minimamente Invasivos (UTMI), essa escolha prendeu-se pelo fato de se estar perante um local onde, além dos vários riscos presentes nas diversas atividades que aí se desenvolvem, se poder salientar, a realização de atividades que expõem os trabalhadores a riscos físicos de exposição às radiações ionizantes.

Este estudo realizar-se na Unidade Local de Saúde do Baixo Alentejo (ULSBA) que tem a sua área de influência a coincidir geograficamente com a NUT Baixo Alentejo, abrangendo uma superfície de 8.542,7 km<sup>2</sup>, correspondente a cerca de 9,3% do território nacional, que corresponde ao distrito de Beja com exceção do distrito de Odemira.

A Unidade Local de Saúde do Baixo Alentejo, EPE tem a sua Sede na Rua Dr. António Fernando Covas Lima, em Beja e integra o Hospital José Joaquim Fernandes (Beja) e 13 Centros de Saúde/UCSP (Aljustrel, Almodôvar, Alvito, Barrancos, Beja, Castro Verde, Cuba, Ferreira do Alentejo, Mértola, Moura, Ourique, Serpa e Vidigueira) e uma Unidade de Saúde Familiar, incluindo mais de 60 Extensões de Saúde.

A UTMI é uma unidade pertencente à ULSBA, está alocada no 6<sup>a</sup> piso do Hospital José Joaquim Fernandes de Beja, entrou em funcionamento em maio de 2003. É nesta unidade que se realizam exames com necessidade de utilização de fluoroscopia, onde existe o risco de exposição dos trabalhadores às radiações ionizantes com a probabilidade de surgirem efeitos biológicos prejudiciais à sua saúde.

É na UTMI que se realizaram, segundo informação cedida pelo Gabinete de Produção e Controlo de Gestão da ULSBA, durante o ano de 2016 e 2017, como se pode verificar no quadro abaixo, um total de 365 e 397, de exames de Gastreenterologia e Cardiologia em que foi necessário o recurso a radiações ionizantes.

Quadro 1 – Exames de Cardiologia e Gastreenterologia realizados na UTMI com apoio de fluoroscopia durante os anos de 2016 e 2017

Especialidade Médica	Exames	2016	2017
Gastreenterologia	CPRE	111	113
	CPRE com colocação de prótese	51	83
Cardiologia	Implementação Pacemaker com camara única	55	63
	Implementação Pacemaker com dupla camara	75	84
	Implementação CDI e CRT	28	32
	Substituição gerador de Pacemaker	45	22
Total Exames		365	397

Fonte: Gabinete de Produção e Controlo de Gestão da ULSBA

### População do caso de estudo

Fazem parte da população que será objeto deste estudo o grupo de 13 técnicos superiores de radiologia, 4 enfermeiros e 3 técnicos operacionais que, trabalham habitualmente na UTMI e estão sujeitas à exposição a radiações ionizantes durante a execução dos exames de Cardiologia e Gastroenterologia com recurso à fluoroscopia.

Os Técnicos Superiores de Radiologia, segundo o artigo 3º ponto 2 do decreto-lei 110/2017, tem qualificação em níveis diferentes de desempenho e tem por base a previa aquisição de competências e conhecimentos científicos e técnicos obtidos, quer em contexto académico, quer profissional. Segundo o artigo 5º ponto 2 alínea d), tem como dever funcional (além de outros) e no exercício das suas funções o dever de adequar a sua atuação às necessidades de saúde das pessoas, tendo em conta os conhecimentos científicos e os níveis de qualidade exigidos ao exercício da atividade (Decreto Lei 110, 2017).

Os Enfermeiros, segundo o artigo 9º ponto 1 do decreto-lei 248/2009, o conteúdo da categoria de enfermeiro é inerente às respetivas qualificações e competências em enfermagem e segundo a alínea c) do mesmo artigo, o enfermeiro além de outras tem a função de prestar cuidados de enfermagem aos doentes, utentes ou grupos populacionais sob sua responsabilidade (Decreto Lei n.º102/2009, 2009).

Aos Assistentes Operacionais compete, segundo anexo II do decreto-lei 231/92, dar apoio aos outros profissionais de saúde, no transporte e higienização dos doentes, proceder à higienização dos materiais da sala, transporte dos doentes e garantir o serviço de mensageiro (Decreto lei nº231/92, 1992).

Para este estudo foi realizado um questionário (anexo 8), com o objetivo de conhecer o que a população a estudar, sabe sobre os riscos ocupacionais associados à exposição a radiações ionizantes, também como se protegem dos mesmos e qual a formação que tem nesta área.

O questionário divide-se em quatro dimensões do estudo:

- Dimensão do estudo um - permite caraterizar a população em estudo;



- Dimensão do estudo dois - tem como objetivo saber se os elementos da população em estudo têm percepção dos riscos da exposição aos raios X;
- Dimensão do estudo três - aborda o tema da proteção radiológica, avaliando a formação dos elementos da população de como se protegerem das radiações ionizantes, também se existe ao seu alcance meios de proteção e monitorização radiológica fornecidos pela instituição e qual é para eles a importância do uso desses sistemas;
- Dimensão do estudo quatro - avalia se o utilizador do equipamento de Fluoroscopia utiliza toda a tecnologia fornecida pelo mesmo, a fim de minimizar a quantidade de radiação ionizante fornecida na realização dos exames, sem prejuízo para a qualidade informativa de diagnóstico.

No questionário constam perguntas fechadas, também em algumas das questões foi usada a Escala de Likert de 1 a 5, em que: 1-Nada importante; 2-Pouco importante; 3-Importante; 4-Muito importante; 5-Extremamente importante, com a finalidade de avaliar o que os indivíduos expostos a radiações ionizantes, sabem sobre a necessidade de utilização de EPIs, de utilizar o dosímetro individual de corpo inteiro e sobre a tecnologia fornecida pelo equipamento de fluoroscopia, que permite diminuir a dose ocupacional às radiações ionizantes.

Foram enviados questionários aos funcionários da ULSBA que prestam serviço na UTMI quando são realizados exames de Cardiologia e Gastroenterologia que utilizam a fluoroscopia, dessa população fazem parte treze técnicos de radiologia, quatro enfermeiros e três assistentes operacionais, num total de vinte pessoas. Dos vinte questionários entregues, foram respondidos quinze, que corresponde a taxa de respostas de 75% da população a estudar.

Os questionários foram analisados e discutidos os resultados em função da literatura na área, dos resultados obtidos chegaram-se a conclusões tendo em conta os objetivos propostos para este estudo.

## 4 Apresentação e discussão de resultados

### Dimensão de estudo 1 - Caracterização da população

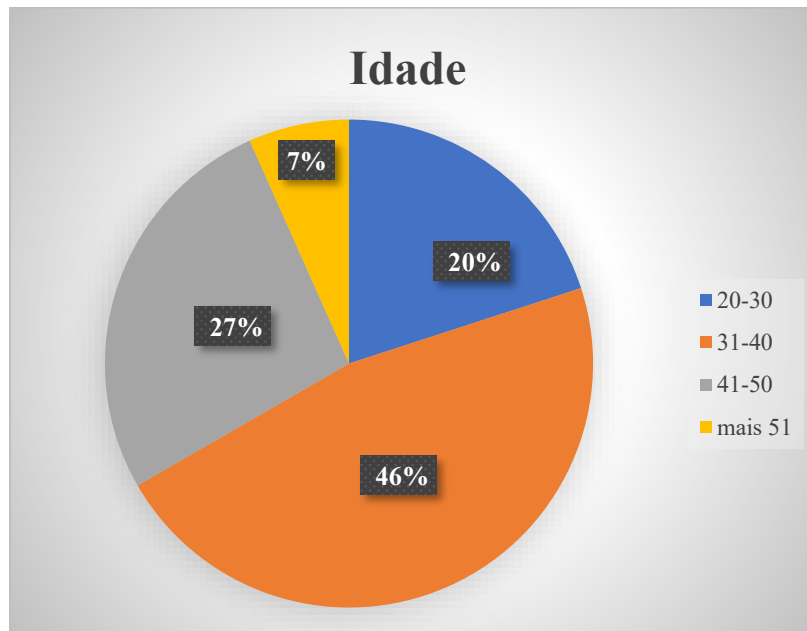


Figura 16 - Idade da população

A média de idades dos elementos que responderam ao questionário é de 34 anos, colocando-se a maioria na classe dos 31 aos 40 anos.

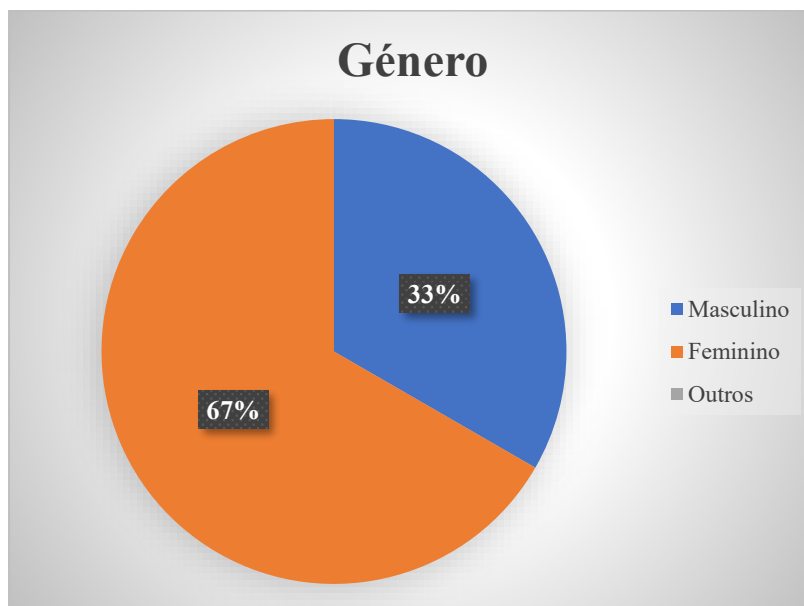


Figura 17 - Género

Das quinze respostas ao questionário 67% género feminino e 33% do género masculino.

Dos elementos inquiridos como se pode verificar no gráfico abaixo, 87% tem a profissão de técnico de radiologia e 13% são assistentes operacionais.

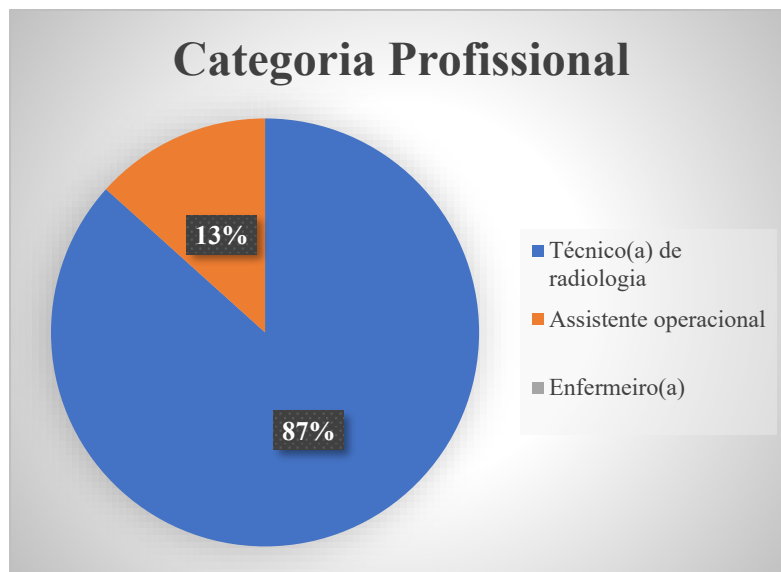


Figura 18 - Categoria Profissional

Relativamente ao serviço onde trabalham, verifica-se que a grande maioria trabalha no Serviço de Radiologia/ Imagiologia, estando os restantes distribuídos de igual modo pelos serviços de Ginecologia/ Urologia, HJJF de Beja, ULSBA e UTMI piso 6.

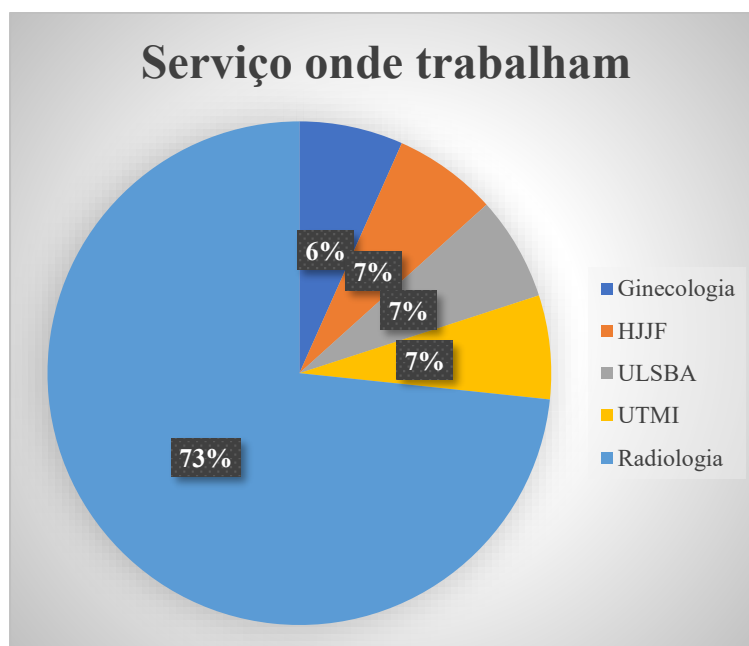


Figura 19- Serviço onde trabalham os inquiridos

Como se pode verificar no gráfico abaixo, o número de anos na profissão da população em estudo, varia de um a mais de vinte um ano, registrando-se 40% entre 11 e 20 anos, 33% entre 1 e 10 anos e 27% tem 21 anos ou mais.



Figura 20 - Tempo de serviço na profissão

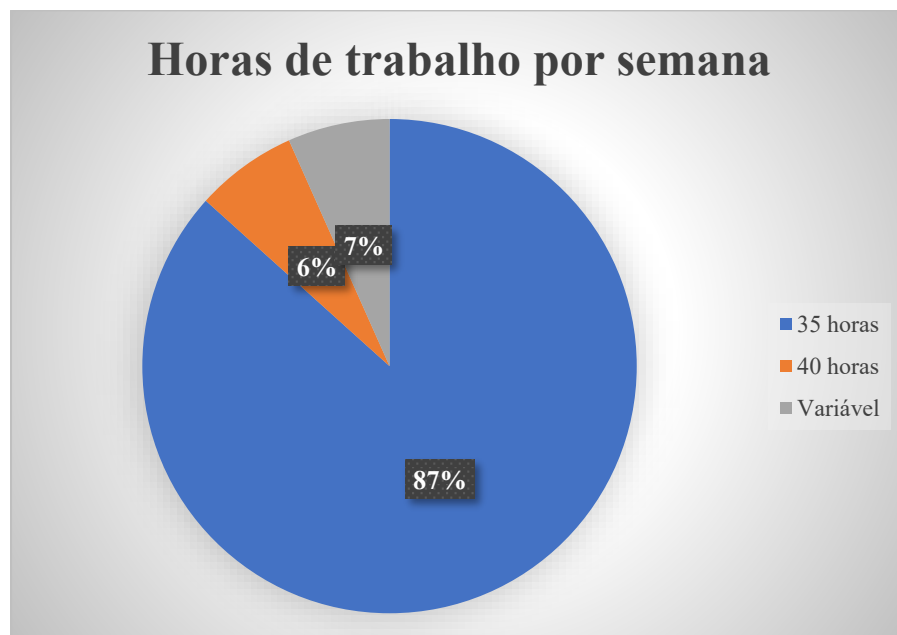


Figura 21 - Horas de trabalho por semana

Dos indivíduos em estudo, 87% tem um horário de 35 horas semanais e nos restantes 13%, 6% fazem 40 horas semanais e 7% horário variável

Durante um mês de trabalho os indivíduos que responderam ao questionário, trabalham 73% entre 1 a 12h, 20% entre 13 a 24h e 7% 25h ou mais.

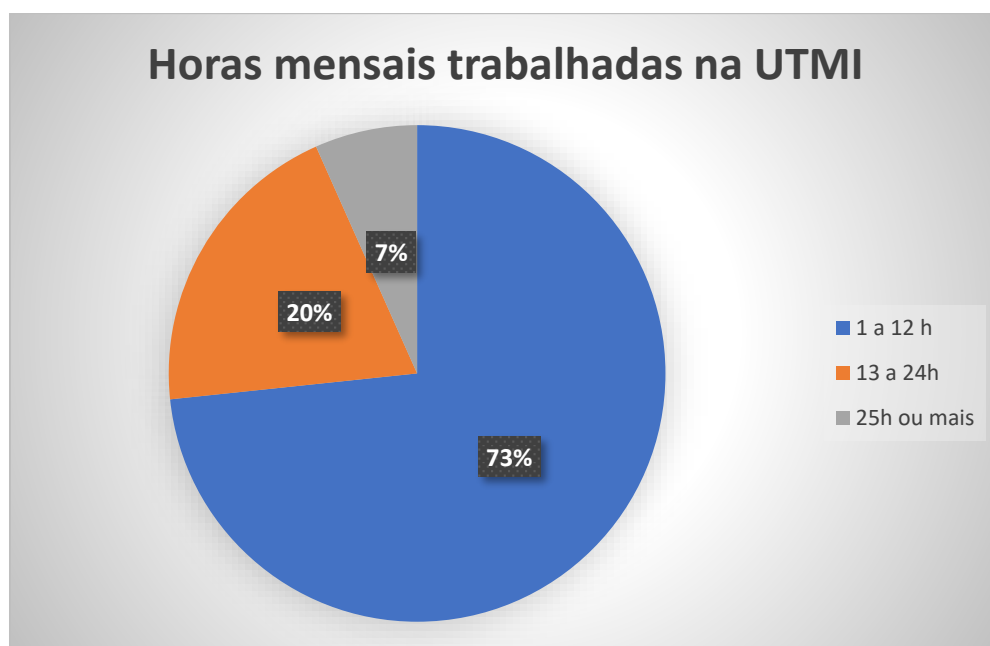


Figura 22- Número de horas de trabalho mensalmente na Unidade onde são realizados os exames de Pacemaker ou CPRE

### Caraterização da população

Relativamente à literatura na área e devido à média de idades dos indivíduos a estudar, adultos jovens, pensa-se estar perante uma população menos vulneráveis aos efeitos das radiações ionizantes, uma vez que a vulnerabilidade do ser humano se verifica nas idades mais tenras e nos idosos. Verificamos também estar perante uma população maioritariamente feminina que devido aos seus órgãos reprodutores e a mama são mais sensíveis às radiações ionizantes que os homens, referenciado por Tauhta et al(2014).

Na distribuição da população pela categoria profissional e local de trabalho no HJJF, verificamos que os técnicos de radiologia constituem uma maior percentagem, devido ao fato de estes trabalharem com radiações ionizantes, ficam mais expostos às mesmas, se considerarmos que, em proteção radiológica, o efeito biológico é cumulativo, então podemos referir que, segundo Tauhata et al (2014), a maior parte da população em estudo é vulnerável aos efeitos biológicos das radiações ionizantes.

## Dimensão de estudo 2 - Percepção dos Riscos da Exposição aos Raios X

Quando questionados sobre, o que pode acontecer durante a exposição das pessoas às radiações ionizantes, só se obteve resposta à opção de que se dá transferência de energia às células, podendo surgirem efeitos biológicos prejudiciais à saúde, não se obtendo resposta das opções:

“Dá-se transferência de energia às células sem prejuízo para a sua saúde.”

“Surgem efeitos biológicos prejudiciais à saúde, que só se verificam a curto prazo.”

Quando questionados sobre se as trabalhadoras grávidas não podem permanecer na sala em que haja emissão de radiações ionizantes, todos responderam que sim.

## Percepção dos riscos da exposição aos Raios X

Ao serem questionados sobre o que pode acontecer durante a exposição das pessoas às radiações ionizantes, todos os inquiridos responderam que se dá transferência das radiações às células dos tecidos, podendo surgir efeitos biológicos prejudiciais à saúde, também foram unânimes a responder que as grávidas não podem permanecer na sala quando há emissão de raios X. Verifica-se que todos os elementos da população têm noção dos riscos que correm ao serem expostos às radiações ionizantes e também tem noção que a mulher grávida, segundo o Decreto-Lei nº102/2009, não deve ser exposta a essas radiações .

## Dimensão de estudo 3 – Proteção radiológica

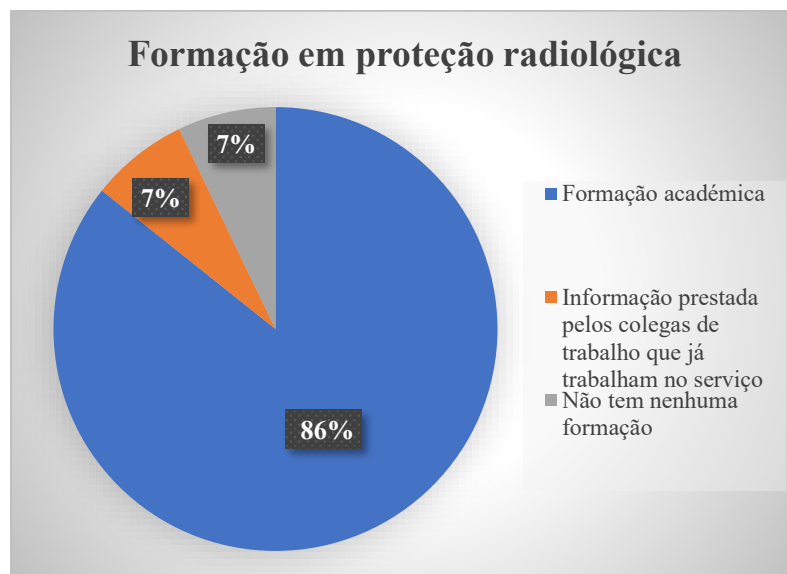


Figura 23 - Tipo de formação em PR

Como se pode verificar no gráfico da figura 23, 86% dos inquiridos tem formação académica em Proteção Radiológica, 7% não tem nenhuma formação e 7% a formação foi feita através de informação prestada pelos colegas de trabalho.

Nas questões em que se pretendeu saber se os indivíduos, têm à sua disposição EPIs e dosímetro individual de corpo inteiro, todos responderam que sim.

Em relação à necessidade de utilizar os EPIs, todos os inquiridos foram unânimes ao responderem ser muito importante a sua utilização.

Relativamente à necessidade de utilização do dosímetro individual de corpo inteiro, verifica-se que, 73% dos elementos acham que é extremamente importante, 13% que é muito importante, 7% é importante e 7% pouco importante.



Figura 24 - Importância para a população em estudo da utilização do dosímetro individual de corpo inteiro

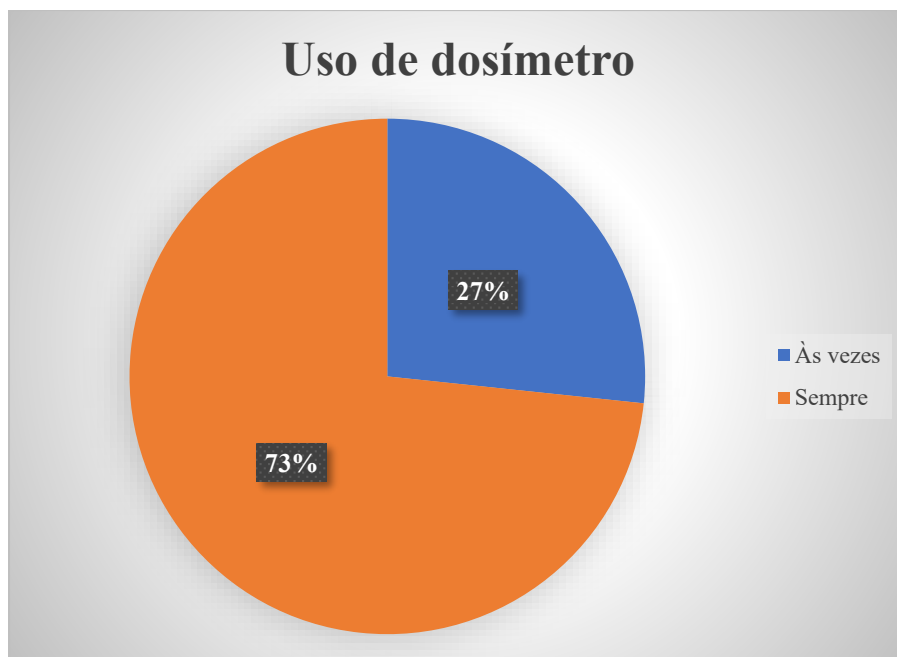


Figura 25 - Uso do dosímetro individual quando expostos às radiações ionizantes

Verifica-se que 73% dos indivíduos tem o hábito de utilizar o dosímetro e 27% só às vezes é que o utiliza

Quadro 2 - Relação entre o nível de importância do uso do dosímetro individual e o uso do mesmo

Uso do dosímetro em função da importância	Extremamente importante	Muito importante	Importante	Pouco importante	Nada importante	Total
Às vezes	1	1	1	1	0	4
Nunca	0	0	0	0	0	0
Sempre	11	0	0	0	0	11
Total Geral	12	1	1	1	0	15

Fonte: Respostas 15 e 16 do questionário

Na tentativa de se perceber se existe alguma relação entre o nível de importância e o uso do dosímetro, fez-se o cruzamento entre as duas variáveis, uso de dosímetro e nível de importância da necessidade de uso do mesmo.

Como se pode constatar no quadro, a quase totalidade dos indivíduos, que responderam que consideravam ser extremamente importante o uso do dosímetro individual, quando



existe emissão de raio X, têm o hábito de o usar sempre. Os restantes indivíduos, que não atribuem tanta importância ao uso do dosímetro, só o usam às vezes.

Dos quinze questionários respondidos, catorze indicavam que o dosímetro deve ser colocar no bolso da camisa da farda, por baixo do avental de proteção e um respondeu que é por cima do avental de proteção ao mesmo nível do bolso da camisa farda.

Quando questionados sobre a distância que devem manter da fonte de raios X, com a finalidade de ficarem menos expostos às radiações ionizantes, todos os inquiridos reponderam que, numa sala onde haja emissão de radiações ionizantes, os profissionais ficam menos expostos se ficarem distantes da fonte de raios X e da área do doente que está a ser irradiada.

### Proteção Radiológica Ocupacional

Nesta dimensão de estudo, questionou-se a população sobre o tipo de formação que tem em proteção radiológica, a maior parte dos indivíduos respondeu que tem formação académica, os restantes referem que, ou foram informados pelos colegas de trabalho ou não têm nenhuma formação na área, podemos então constatar que nem todos os elementos a estudar têm formação em proteção radiológica. A DGS (2016) refere que se deve fomentar ações de sensibilização e formação, quanto à prevenção de risco profissional associado à exposição a radiações ionizantes.

Em relação às questões sobre se os inquiridos têm ao seu dispor EPIs e dosímetro individual de corpo inteiro, todos responderam que sim.

A fim de se perceber qual a importância que os inquiridos em estudo, tem sobre a importância da utilização dos EPIs e do dosímetro individual, foi-lhes pedido a sua avaliação.

Da utilização dos EPIs, os inquiridos foram unânimes em responder que é extremamente importante a sua utilização, que vem de encontro à necessidade da sua utilização, segundo o Decreto-Lei nº 348/1993, estes são destinados a ser utilizados pelos trabalhadores para os proteger dos riscos.

Em relação ao uso do dosímetro individual de corpo inteiro verificou-se que, uma maior percentagem de indivíduos considera importante a sua utilização e uma minoria refere pouco importante a sua utilização.

Também os indivíduos foram questionados sobre se utilizam sempre, às vezes ou nunca o dosímetro individual de corpo inteiro, verifica-se que, grande parte dos indivíduos usa sempre o dosímetro individual e os restantes só usa às vezes.

A fim de se perceber se, existe alguma relação entre o nível de importância e o uso do dosímetro, fez-se o cruzamento entre as duas variáveis, uso de dosímetro e nível de importância da necessidade de uso do mesmo, verificou-se que os inquiridos que pensam ser extremamente importante o uso do dosímetro individual, tem o hábito de o usar sempre, os que só o usam às vezes, referem ser extremamente importante, muito importante, importante e pouco importante.

Em relação à colocação do dosímetro individual só uma pequena percentagem dos inquiridos respondeu que a colocação do mesmo deve ser feita por cima do EPI, os restantes responderam que deve ser colocado por baixo do EPI e no bolso da camisa da farda.

Como refere Santos (2014), o uso do dosímetro individual de corpo inteiro, deve ser sempre utilizado quando o trabalhador pode ficar exposto às radiações ionizantes, este deve ser colocado por baixo do EPI ( avental plumbíneo ), no bolso da camisa da farda, com a finalidade de monitorizar a dose de radiação de corpo inteiro a que o trabalhador está exposto, pela análise dos questionários nem sempre os inquiridos utilizam os dosímetros individuais e os que utilizam nem todos o fazem corretamente.

Em conformidade com a teoria na questão sobre a distância à fonte de raios x, todos foram unânimes a responder que, segundo diz a lei da física do inverso do quadrado da distância, quanto maior a distância à fonte de raios X, menor a probabilidade de serem expostos a radiações ionizantes, o que leva a crer que tomam a atitude correta quando à emissão de radiações ionizantes.

#### Dimensão de estudo 4– Equipamento de fluoroscopia

Nesta dimensão de estudo, foi identificado que o questionário se destinava somente a profissionais habilitados a operar com os equipamentos de fluoroscopia, dos elementos que responderam ao questionário, não foram consideradas as respostas dos elementos que referem não ser técnicos de radiologia, com formação académica exigida legalmente para funcionar com equipamentos que emitem radiações ionizantes.



Figura 26 -Configuração do Arco em C do aparelho de fluoroscopia para uma menor exposição ocupacional às radiações ionizantes possível

Como podemos verificar ao analisar o gráfico, 77% dos inquiridos considera que se deve colocar a ampola do arco em C do aparelho de fluoroscopia por baixo do doente, de modo a reduzir a exposição ocupacional, os restantes 23% consideram que diminuem essa exposição colocando a ampola de raios X por cima do doente.

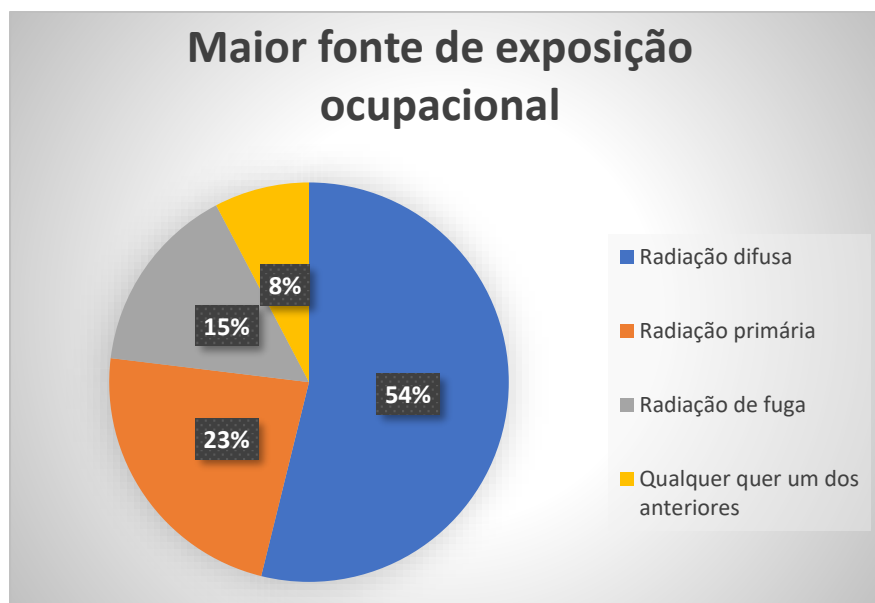


Figura 27 - Maior exposição ocupacional dos vários tipos de radiação emitida (difusa, primária, fuga) quando existe emissão de raios X.

Dos indivíduos que responderam ao questionário, 57% considera que a radiação difusa é a maior fonte de exposição ocupacional, a radiação primária é considerada por 23%, a de fuga por 15% e 8% considera que qualquer uma das radiações são as maiores fontes de exposição.

A totalidade dos indivíduos que responderam ao questionário, consideram que o tipo de feixe que diminui a exposição ocupacional é o feixe da fluoroscopia pulsada.

Com as 4 questões seguintes pretende-se saber qual a opinião dos profissionais em relação ao modo como operar com o aparelho de fluoroscopia, utilizando a tecnologia disponível de modo a diminuir a exposição ocupacional às radiações ionizantes, sem prejuízo para a qualidade do exame em si.

Grau de importância da utilização da colimação do feixe de raios X na diminuição da dose ocupacional.

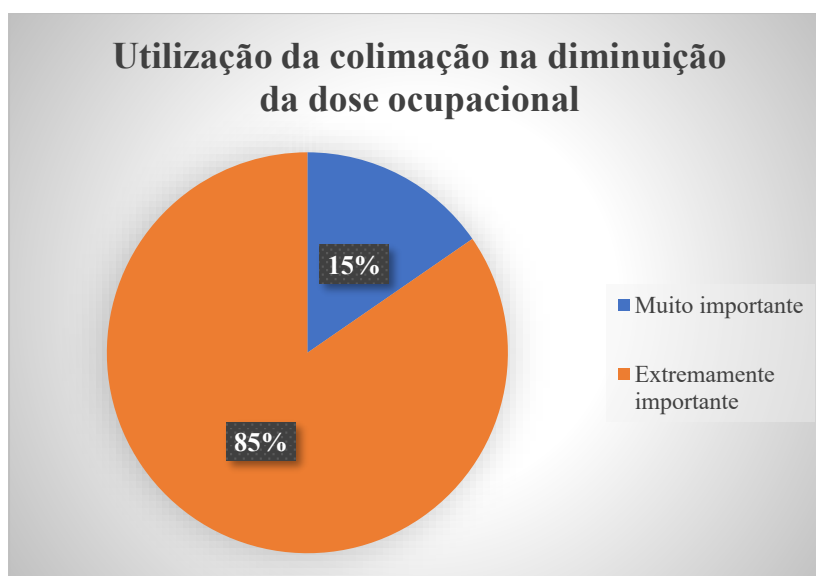


Figura 28 - Importância da utilização da colimação do feixe de raios X na diminuição da dose ocupacional

A utilização dos colimadores na diminuição da dose ocupacional é considerada extremamente importante para 85% dos indivíduos que responderam ao questionário e 15% consideram muito importante.

Grau de importância da utilização da filtragem dos fótons de baixa energia na diminuição de dose ocupacional.

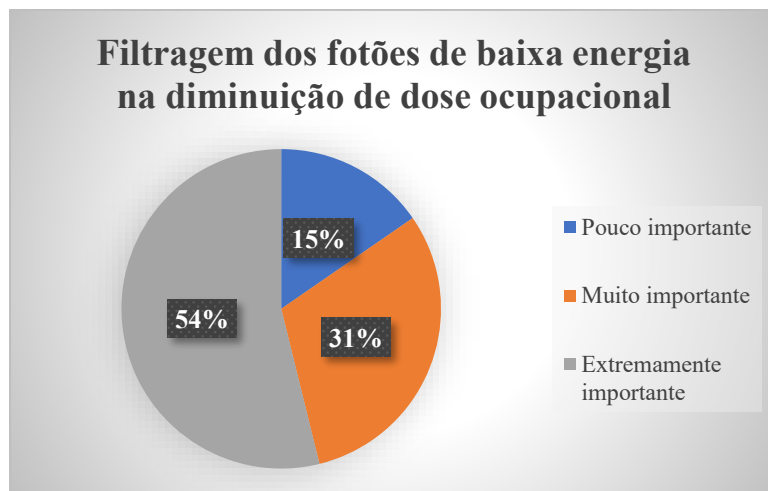


Figura 29 -Importância da utilização da filtragem dos fótons de baixa energia na diminuição de dose ocupacional

A filtragem dos fótons de baixa energia na diminuição da dose ocupacional é considerada extremamente importante para 54% dos elementos da população que responderam ao questionário, 31% consideram muito importante e 15% consideram importante.

Grau de importância da utilização das grelhas anti difusoras na diminuição de dose ocupacional.

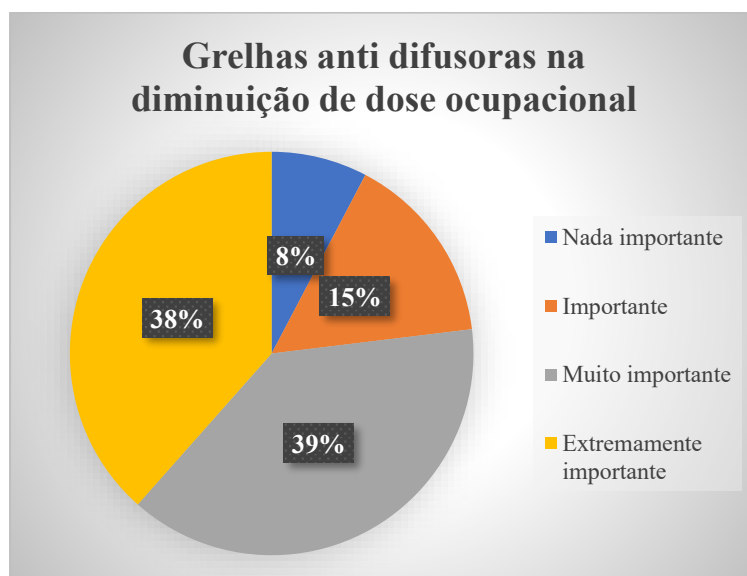


Figura 30 - Importância da utilização das grelhas anti difusoras na diminuição de dose ocupacional

A utilização das grelhas anti difusoras na diminuição de dose ocupacional é considerada de grande importância para a maior parte dos indivíduos, os restantes indivíduos referem nada importante.

Grau de importância da utilização dos dispositivos de controlo automático de exposição na diminuição de dose ocupacional.

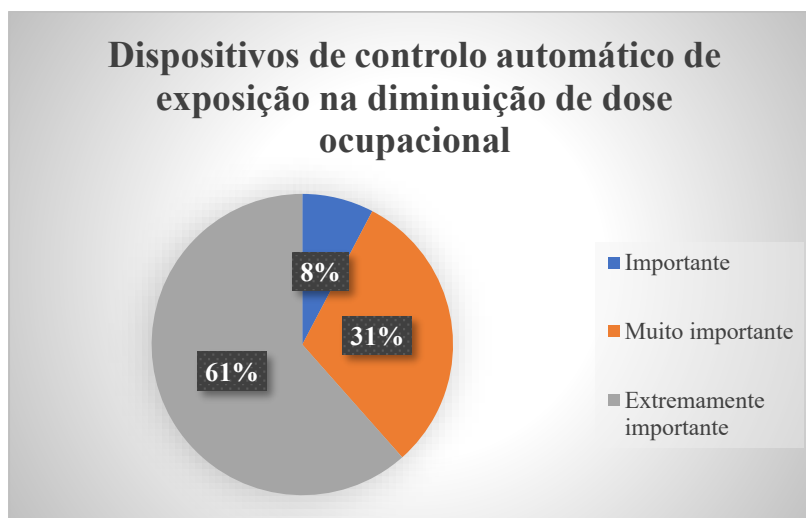


Figura 31 - Importância da utilização dos dispositivos de controlo automático de exposição na diminuição de dose ocupacional

A utilização dos dispositivos de controlo automático de exposição na diminuição de dose ocupacional é considerada extremamente importante para 61% dos elementos da população, 31% dos elementos consideram muito importante e 8% consideram importante.

#### Equipamento de Fluoroscopia

Nesta dimensão de estudo pretende-se saber se os trabalhadores habilitados para funcionar com os equipamentos de fluoroscopia, conhecem quais os parâmetros técnicos que estão ao seu dispor, de forma a diminuir a exposição a radiações ionizantes ocupacional, sem prejuízo para a qualidade do exame em si.

Aos indivíduos habilitados para trabalhar com o equipamento de fluoroscopia, foi perguntado qual a configuração que o Arco em C do equipamento deve ter, de modo a minimizar a exposição ocupacional, a maior parte referiu que a ampola que emite o feixe de raios X, deve situar-se por baixo em relação ao doente e ao detetor e os outros referiram

que, deve ficar o feixe por cima em relação ao doente e detetor, no que refere a literatura na área, a maior percentagem da população está correta.

Na questão que se refere ao tipo de radiação existente na sala, onde existe emissão de raios X, ser a maior fonte de exposição ocupacional, a maioria dos inquiridos consideram a radiação de difusa, outros consideram ser a de fuga, outros a primária e também houve quem considerasse todas as radiações. Se consideramos a literatura apresentada por Coutinho (2013), que diz que a radiação de fuga e a difusa serem a maior fonte de exposição ocupacional, verificamos que está de acordo com a maior parte das respostas dadas.

Em relação ao tipo de feixe que deve ser usado na realização de exames de fluoroscopia, verificamos que todos os inquiridos consideram que é a fluoroscopia pulsada, que permite durante a emissão de raios X, produzir uma série de pulsos curtos que diminuindo a dose de raios X, referido por Coutinho (2013)

Nas questões que se seguem pretende-se saber, em relação aos parâmetros técnicos do aparelho de fluoroscopia, qual é para os inquiridos, a importância na utilização desse parâmetro para diminuir a dose de radiação ocupacional.

Na importância que tem para os inquiridos, a utilização da colimação na diminuição da dose de radiação ocupacional, todos referiram ser de grande importância o seu uso. As respostas estão de acordo com a teoria apresentada por Domingos (2013), sobre a necessidade da utilização da colimação do feixe de raios X, para diminuir a dose de raios X e consequentemente a diminuição da radiação difusa.

Quando se questiona qual é a importância que tem para os inquiridos, a utilização da filtragem dos fotões de baixa energia na diminuição da dose de radiação ocupacional, a maior percentagem refere ser muito importante e os restantes inquiridos referem ser pouco importante. Ao confrontar as respostas com o que nos diz Domingos (2013) sobre o assunto, verificámos que, a maior percentagem de inquiridos refere que, uma insuficiente colimação aumenta a dose de radiação emitida e consequentemente um possível aumento da radiação difusa, que é considerada a maior fonte de exposição à radiação ionizante ocupacional.

Com o uso das grelhas anti-difusoras verifica-se uma melhoria na qualidade de imagem, mas também um aumento da dose de radiação emitida pela ampola de raios X que leva

ao aumento da radiação difusa (ICRP,2011), por esse motivo, e se não for imprescindível para o diagnóstico, é preferível não serem usadas. Nesta questão um menor número de técnicos de radiologia diz que o seu uso é nada importante, vai de encontro ao que foi referido, os restantes indivíduos referem o seu uso ser de grande importância.

A utilização de dispositivos de controlo automático de exposição às radiações ionizantes, é outro dos parâmetros importantes nos equipamentos de fluoroscopia, este dispositivo segundo refere Domingos (2013), permite que exista uma melhor gestão da intensidade do feixe de raios X à saída da ampola. Todos os indivíduos que responderam, consideram ser uma ferramenta importante para diminuir a radiação difusa. Da análise dos resultados verificámos que, de um modo geral, todos avaliam como sendo um fator importante na diminuição da dose de radiação ocupacional.

Os resultados do estudo ficaram limitado pelo facto de, nem todos os elementos terem respondido aos questionários, não sendo possível, dado a dimensão da população generalizar resultados e fazer a relação da variável formação em proteção radiológica e o conhecimento e atitudes dos profissionais sobre a exposição às radiações ionizantes.

## **5 Conclusões**

Devido à necessidade de os trabalhadores expostos se protegerem das radiações ionizantes, este estudo centrou-se na problemática da atitude, de como se protegem os profissionais que estão expostos a essas radiações, que por motivos de necessidade especiais de alguns exames médicos, estes não podem ser realizados no serviço de radiologia com barreiras de proteção radiológica.

O estudo realizou-se na UTMI do HJJF, é nessa unidade que se realizam todos os exames de Cardiologia e Gastroenterologia, com necessidade de uso de fluoroscopia e tem como objetivo, avaliar o conhecimento que os profissionais que aí trabalham, têm de como se proteger a si e aos outros da exposição às radiações ionizantes.

Da análise e discussão dos resultados obtidos, verificámos que estamos perante uma população que está sujeita a repetidas exposições às radiações ionizantes, existindo a probabilidade de surgirem efeitos biológicos prejudiciais à sua saúde.



Também verificámos que, todos os trabalhadores têm conhecimento de que correm o risco de poderem surgir efeitos biológicos prejudiciais à sua saúde ao serem expostos a radiações ionizantes e também tem noção que a mulher grávida não deve estar exposta às mesmas.

Apesar de a entidade patronal, segundo a DGS, ter o dever de fomentar ações de sensibilização e formação, quanto à prevenção de risco profissional associado à exposição a radiações ionizantes, verificámos que dos indivíduos do estudo, quem tem formação em proteção radiológica são os trabalhadores que têm formação académica na área da radiologia,

Em relação à utilização de EPIs de proteção radiológica verificámos que, os trabalhadores dão muita importância à sua utilização, como forma de se protegerem das radiações ionizantes e estes também são disponibilizados pelo serviço para que possam ser usados.

No que se refere ao dosímetro individual, apesar de estar à disposição dos trabalhadores e de o seu uso ser obrigatório, com a finalidade de motorizar as doses de radiação individuais a que estão expostos, nem todos os indivíduos acham o seu uso de grande importância, alguns desses trabalhadores refere só o usar às vezes e nem todos o utilizam de modo correto.

O uso dos colimadores do feixe de raios X, das grelhas anti-difusoras, da filtragem de fótons de baixa energia, do dispositivo de controlo automático de exposição às radiações ionizantes e a utilização do feixe de fluoroscopia pulsada, são ferramentas que os técnicos de radiologia tem ao seu dispor nos equipamentos de fluoroscopia que, permitem diminuir a dose do feixe primário e consequentemente a radiação difusa. Da discussão dos resultados obtidos deste estudo, verificámos que nem todos os técnicos dão a mesma importância para a sua utilização o que nos leva a concluir que provavelmente, nem todos utilizam corretamente estas ferramentas.

Podemos concluir deste estudo, que todos os profissionais têm conhecimento da necessidade de se protegerem das radiações ionizantes, mas nem todos utilizam corretamente os meios de proteção radiológica colocados ao seu dispor. Também concluímos que, nem todos os profissionais habilitados para trabalhar com os equipamentos de fluoroscopia, utilizam corretamente todas as ferramentas disponíveis por esses equipamentos, com a intenção de se protegerem a si e aos outros trabalhadores, quando expostos a essas radiações.

Apesar das limitações identificadas, e de outras que podem ser apontadas, considera-se que o estudo realizado permitiu dar a conhecer, as atitudes dos trabalhadores do modo como se protegem das radiações ionizantes, tendo em consideração a percepção que tem sobre os riscos para a saúde ao serem expostos às mesmas.

## **6 Trabalhos futuros**

Durante a realização deste estudo, foram surgindo algumas ideias, que se pensa constituir boas propostas para futuros trabalhos na área da Segurança e Higiene no Trabalho.

Uma das propostas de trabalho surge depois da conclusão a que se chegou, e passa pelo fato de haver necessidade de serem criados métodos de trabalho, de forma a que todos os profissionais intervenientes no processo saibam como se protegerem a eles e aos outros das radiações ionizantes, para isso sugere-se a criação de um manual de boas práticas em proteção radiológica tendo em conta a segurança e saúde no trabalho.

Outra das propostas de trabalho refere-se à utilização de EPIs, nomeadamente, avental, protetor de tiroide, luvas e óculos, estes têm na sua composição material plumbífero, que pela necessidade de terem um elevado número atómico permitindo a atenuação das radiações ionizantes, são feitos de materiais pesados e pouco flexíveis. Por vezes a utilização desses EPIs é feita por longos períodos e sem possibilidades de momentos de pausa, também devido ao fato de os profissionais terem necessidade de realizar movimentos repetidos e de força, faz com que possam surgir riscos para a sua saúde. Por este motivo sugere-se um estudo de adequação à utilização de EPIs dos profissionais e das tarefas que realizam, garantindo conforto e segurança.

## Bibliografia

Almeida, C., Arede, E., & Vieira, S. (2008). A Descoberta e a Evolução do RX, 7–12. Obtido de [http://www.imaginologia.com.br/imagenologia/pdf/A\\_Descoberta\\_e\\_a\\_Evolucao\\_do\\_RX.pdf](http://www.imaginologia.com.br/imagenologia/pdf/A_Descoberta_e_a_Evolucao_do_RX.pdf)

Baptista, M. I. S. (2011). *Avaliação da exposição à radiação ionizante de profissionais e pacientes em procedimentos de Cardiologia de Intervenção*. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa.

Coutinho, J. G. D. M. (2013). *Débito de Dose e Qualidade da Imagem em Fluoroscopia*. Faculdade de Ciências e Tecnologia Nova de Lisboa.

Decreto-Lei nº 348. (1993). Decreto-Lei nº 348/1993. *Diário da República n.º 231/1993, Série I-A de 1993-10-01*, 5553–5554.

Decreto-Lei nº108. (2018). Decreto-Lei nº108/2018. *Diário da República, 1ª série-*, 5490–5543.

Decreto Lei 110/2017. (2017). Decreto lei 110/2017.

Decreto Lei n.º102/2009. (2009). Decreto Lei n.º 102/2009 - *Diário da República n.º 176/2009, Série I de 2009-09-10*

Decreto lei nº231/92. (1992). Decreto lei nº 231/92.

Demis Alves de Lima Castro. (2014). *Perceção do Presumível Risco Biológico em Pacientes e Profissionais de Saúde Relativo à Utilização de Raiões Ionizantes em Exames Imagiológicos*.

DGS. (2016). Guia Técnico nº1 Vigilância da Saúde dos Trabalhadores Expostos a Radiações Ionizantes. Lisboa: Direção Geral da Saúde.

Diretiva 2013/59/Euratom do Conselho (2014).

Domingos, L. H. (2013). *Avaliação e otimização da dose por procedimento e da dose ocupacional em cirurgias ortopédicas*. Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Coimbra.

Ghigliona, Rodolphe; Matalon, B. (1995). *O Inquérito-Teoria e Prática*. (C. Editora, Ed.) (3ª Edição).

- ICRP. (2011). Radiological protection in 14 fluoroscopically guided procedures 15 performed outside the imaging 16 department Annals of the ICRP, 1–95. Obtido de [http://www.icrp.org/docs/Radiological protection in fluoroscopically guided procedures performed outside the imaging depa.pdf](http://www.icrp.org/docs/Radiological%20protection%20in%20fluoroscopically%20guided%20procedures%20performed%20outside%20the%20imaging%20depa.pdf)
- Lin Chin, S. C. (2013). *Dosimetria numa População de Profissionais Expostos a Radiações Ionizantes*. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa.
- M.M.D. Guinja e A.J.A. Ferreira. (2002). Efeitos biológicos da radiação X e radioprotecção em medicina veterinária Biologic effects of X-radiation and radiation safety in veterinary medicine. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 101–109.
- Magalhães, A. I. G. de. (2012). *Gestão para a Saúde : Impacto dos Hábitos de Sono no Desempenho Profissional em Âmbito Hospitalar* Universidade de Trá- os- MontesAlto Douro.
- Moreira, J. (2011). *Radiobiologia: efeito das radiações ionizantes na célula e formas de protecção das radiações ionizantes*. Universidade da Beira Interior. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-13-00524.1>
- Moura, R., & Bacchim Neto, F. A. (2015). Protecção radiológica aplicada à radiologia intervencionista. *Jornal Vascular Brasileiro*, 14(3), 197–199. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.1403>
- Pereira, W. S., & Pereira, A. K. J. R. S. (2015). Comparação entre a norma brasileira de radioproteção e a recomendação da International Commission on Radiological Protection publicadas em 2007. *Brazilian journal of Radiation Sciences*, 01, 1–10. Obtido de <http://www2.sbpr.org.br/revista/index.php/Revista/article/viewFile/3/56>
- Rapsang, A. G., & Bhattacharyya, P. (2014). Marcapassos e cardioversores desfibriladores implantáveis - considerações gerais e anestésicas. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 64(3), 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.bjan.2013.02.003>
- Santos, A. I. S. (2014). *Usabilidade dos Equipamentos de Protecção Individual Radiológica : pesquisa com técnicos e enfermeiros do CHLC*. Universidade de Lisboa Faculdade de Motricidade Humana

Seares, M., & Ferreira, C. (2002). A importância do conhecimento sobre radioproteção pelos profissionais da radiologia. *CEFET/SC Núcleo de Tecnologia Clínica ...*, 1–4. Obtido de <http://www.spenzieri.com.br/wp-content/uploads/2011/10/Radioproteção-para-Radiologistas.pdf>

Siemens. (2018). Cios Alpha, Manual do Utilizador. Obtido de [www.healthcare.siemens.com/surgical-c-arms-and-navigation/mobile-c-arms/cios-alpha-cmos](http://www.healthcare.siemens.com/surgical-c-arms-and-navigation/mobile-c-arms/cios-alpha-cmos)

Tauhata, L., Salati, I., Di Prinzio, R., & Di Prinzio, A. R. (2014). Radioproteção E Dosimetria: Fundamentos. Rio de Janeiro: Instituto de Radioproteção e Dosimetria Comissão Nacional de Energia Nuclear. Obtido de [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/45/073/45073465.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/073/45073465.pdf)

Yin, R. K. (2001). *Estudo de Caso Planejamento e Métodos*. (Bookman, Ed.) (2ª Edição).

## **Anexos**

## **Anexo 1**

Quadro do posicionamento dos profissionais expostos aos raios X em relação à fonte de raios X durante a realização de exames de CPRE, Pacemaker, CDI e CI

Profissionais expostos e seu posicionamento em relação à fonte de raios X durante a realização de exames de CPRE, Pacemaker, CDI e CI

Ocupação em Sala pelos Profissionais Expostos às Radiações Ionizantes				
Profissionais Expostos	CPRE	Pacemaker	CDI	CRT
Médico Anestesiista	Lateralmente à fonte emissora de raios X e perto da cabeça do doente			
Médico Cirurgião	Frente à fonte emissora de raios X e na lateral de doente	Frente à fonte emissora de raios X e na lateral de doente	Frente à fonte emissora de raios X e na lateral de doente	Frente à fonte emissora de raios X e na lateral de doente
Enfermeiro Anestesiista	Lateralmente à fonte emissora de Raios X e perto da cabeça do doente			
Enfermeiro Circulante	A circular pela sala	A circular pela sala	A circular pela sala	A circular pela sala
Enfermeiro Instrumentista	Frente à fonte emissora de raios X e na lateral de doente			
Técnico Cardiopneumologia		Lateralmente à fonte de raios X e junto aos pés do doente	Lateralmente à fonte de raios X e junto aos pés do doente	Lateralmente à fonte de raios X e junto aos pés do doente
Técnico de Radiologia	Nos comandos do equipamento	Nos comandos do equipamento	Nos comandos do equipamento	Nos comandos do equipamento
Assistente Operacional	A circular pela sala	A circular pela sala	A circular pela sala	A circular pela sala



## **Anexo 2**

Classificação dos trabalhadores exposto, aprendizes e estudantes e periodicidade de monitorização

Classificação dos trabalhadores exposto, aprendizes e estudantes e periodicidade de monitorização

<b>Categoria do trabalhador</b>	<b>Trabalhadores abrangidos</b>	<b>Monitorização individual</b>
<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabalhadores expostos que são suscetíveis de receber uma dose efetiva superior a 6 mSv por ano, ou uma dose equivalente superior a 15 mSv por ano para o cristalino do olho, ou a 150mSv por ano para a pele ou para as extremidades dos membros;</li> <li>- Aprendizes e estudantes com idade igual ou superior a 18 anos.</li> </ul>	Periodicidade da monitorização da dosimetria individual deve ser mensal
<b>B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Todos os restantes trabalhadores expostos não classificados como sendo de categoria A;</li> <li>-Aprendizes e estudantes com idade entre os 16 e os 18 anos.</li> </ul>	Periodicidade da monitorização da dosimetria individual deve ser trimestral

Fonte: (Decreto-Lei nº108, 2018)

### **Anexo 3**

Valores Limites de Dose Efetiva

## Valores Limites de Dose Efetiva

<b>Classes</b>	<b>Valor limite</b>	<b>Período</b>	<b>Condição</b>
Trabalhadores expostos	100mSv	Valor para 5 anos consecutivos	Não deve ultrapassar uma dose efetiva de 50mSv por ano
	20mSv	Valor anual	
Aprendizes e estudantes	100mSv	Valor para 5 anos consecutivos	Idade igual ou superior a 18 anos, não deve ultrapassar uma dose efetiva de 50mSv por ano
	20mSv	Valor anual	Idade igual ou superior a 18 anos
	6mSv	Valor anual	Idade entre os 16 e os 18 anos
Trabalhadoras grávidas, lactantes e público em geral	1mSv	Valor anual	O limite pode ser excedido num determinado ano, desde Limite de Dose efetiva anual que a dose média ao longo de 5 anos consecutivos não exceda 1 mSv por ano.

Fonte: (Decreto-Lei nº108, 2018)

## **Anexo 4**

Valores de limite de dose equivalente para o cristalino

Valores de limite de dose equivalente para o cristalino

<b>Classes</b>	<b>Valor limite</b>	<b>Período</b>	<b>Condição</b>
Trabalhadores expostos	150mSv	Valor anual	Deve simultaneamente respeitar o limite de dose efetiva
Aprendizes e estudantes	50mSv	Valor anual	Deve simultaneamente respeitar o limite de dose efetiva
Trabalhadoras grávidas, lactantes e público em geral	15mSv	Valor anual	Deve simultaneamente respeitar o limite de dose efetiva

Fonte: (Decreto-Lei nº108, 2018)

## **Anexo 5**

Valores limite de dose equivalente para a pele

## Valores limite de dose equivalente para a pele

<b>Classes</b>	<b>Valor limite</b>	<b>Período</b>	<b>Condição</b>
Trabalhadores expostos	500mSv	Valor anual	Aplica-se à dose média numa superfície de 1cm <sup>2</sup> , independentemente da área exposta.  Deve simultaneamente respeitar o limite de dose efetiva
Aprendizes e estudantes	150mSv	Valor anual	Aplica-se à dose média numa superfície de 1cm <sup>2</sup> , independentemente da área exposta.  Deve simultaneamente respeitar o limite de dose efetiva
Trabalhadoras grávidas, lactantes e público em geral	50mSv	Valor anual	Aplica-se à dose média numa superfície de 1cm <sup>2</sup> , independentemente da área exposta.  Deve simultaneamente respeitar o limite de dose efetiva

Fonte: (Decreto-Lei nº108, 2018)



## **Anexo 6**

Valores de limites de dose equivalente para as extremidades

Valores de limites de dose equivalente para as extremidades

<b>Classes</b>	<b>Valor limite</b>	<b>Período</b>	<b>Condição</b>
Trabalhadores expostos	500mSv	Valor anual	Deve simultaneamente respeitar o limite de dose efetiva.
Aprendizes e estudantes	150mSv	Valor anual	Deve simultaneamente respeitar o limite de dose efetiva.

Fonte: (Decreto-Lei nº108, 2018)

## **Anexo 7**

Documento de autorização do Concelho de Ética da ULSBA



**EXTRATO DA ACTA DA REUNIÃO N.º 06/2019 DA COMISSÃO DE ÉTICA HOMOLOGADA PELO  
CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO EM 25.05.2019 (Ata nº 24, Ponto 4.1)**

Aos seis dias do mês de maio de dois mil e dezanove, pelas catorze horas e trinta minutos, na Sala João Paradela do Serviço de Psiquiatria e Saúde Mental, reuniu a Comissão de Ética da ULSBA, estando presentes: Ana Matos Pires, Assistente Graduado-Sênior de Psiquiatria, Diretora do Serviço de Psiquiatria e Presidente desta Comissão, Carla Alexandra Bicas Pereira Lourenço, Técnica Superior de Serviço Social, José Maria Afonso Coelho, Capelão e Coordenador do Serviço de Assistência Espiritual e Religiosa, Sara Isabel Veiga Martins, Assistente de Medicina Geral e Familiar, e Sílvia Edgar Aurélio Lampreia Guerreiro, Farmacêutica. Faltaram e justificaram a sua ausência Aida Maria Matos Pardal, Enfermeira, e Sandra Manuela Figueira Heleno Serrano, Enfermeira do Gabinete de Promoção e Garantia da Qualidade.


Foram tratados os seguintes assuntos:

««PONTO TRÊS – EDOC/2019/20581 – Projeto: «Exposição Ocupacional a Radiações Ionizantes: Otimização de procedimentos para a redução de dose a exames de Cardiologia e Gastroenterologia com recurso à utilização de imagem por Fluoroscopia», a realizar por Alexandra de Lurdes Lemos Lopes Rodrigues, do Serviço de Imagiologia.

— A Comissão dá parecer positivo, mas solicita a inclusão das datas de início e conclusão no Projecto PR. 334.0.

Beja, 09 de agosto 2019

A Presidente da Comissão de Ética

  
Ana Matos Pires

UNIDADE LOCAL DE SAÚDE DO BAIXO ALENTEJO, IPSP  
HOSPITAL JOÃO JOAQUIM FERREIRAS  
Rua Dr. António Fernandes Gonçalves 100  
7800-340 Beja, Portugal  
Tel: (+351) 284 510 100 - Fax: (+351) 284 510 147  
geral@ulsa-baixoalentejo.pt [www.ulsa-baixoalentejo.pt](http://www.ulsa-baixoalentejo.pt)  
CNP: 500 054 270

## **Anexo 8**

### Questionário

## Questionários

### Exposição Ocupacional a Radiações Ionizantes

Este questionário é realizado no âmbito do Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Beja, pela discente Alexandra Rodrigues, que está a elaborar a sua dissertação intitulada "Otimização de procedimentos para a redução de dose a exames de Cardiologia e Gastroenterologia com recurso à utilização de Imagem por Fluoroscopia."

O questionário é constituído por duas partes: na primeira as questões permitem caracterizar a população em estudo e na segunda tem a finalidade de se perceber se o profissional exposto tem conhecimento dos riscos associados à exposição às radiações ionizantes. O questionário demorará cerca de dez minutos a responder.

#### Declaração de autorização de dados pessoais:

Esta declaração de consentimento está em conformidade com o disposto nos artigos 7.º e seguintes do novo regulamento da proteção de dados – Regulamento (EU) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016, constituindo uma manifestação de vontade, livre, específica, informada e explícita, pela qual o titular dos dados aceita, mediante declaração, que os dados pessoais, que lhe dizem respeito, sejam objeto de tratamento nos moldes legalmente admissíveis.

Declaro que autorizo a utilização dos meus dados pessoais, para efeitos de análise estatística de dissertação de "Otimização de procedimentos para a redução de dose a exames de Cardiologia e Gastroenterologia com recurso à utilização de Imagem por Fluoroscopia" do Mestrado de Segurança e Higiene no Trabalho do Instituto Politécnico de Beja (IPBeja), respeitando as obrigações impostas pelo Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD).

Beja, 23 de julho 2019

Obrigado pela sua colaboração.

Alexandra Rodrigues

11164@ulsba.min-saude.pt - 16926@stu.ipbeja.pt

## Secção 1 - Dados pessoais

1-Idade em anos \_\_\_\_\_

2 – Género

☐ Masculino

☐ Feminino

☐ Outro

3 - Categoria Profissional

☐ Técnico (a) de Radiologia

☐ Enfermeiro (a)

☐ Assistente Operacional

4 - Qual o serviço onde trabalha? \_\_\_\_\_

5 - Qual o tempo de serviço no cargo que ocupa, em anos?

☐ De 0 a 10 anos

☐ De 11 a 20 anos

☐ De 21 anos em diante

6 - Qual a carga horária de trabalho por semana, em horas? \_\_\_\_\_

7 – Durante um mês de trabalho quantas horas presta serviço na Unidade quando são realizados os exames de Pacemaker ou CPRE? \_\_\_\_\_

---

## Secção 2 - Percepção dos Riscos da Exposição aos Raios X

Leia atentamente as seguintes afirmações e assinale a que considerar mais correta.

8 - Durante a exposição das pessoas às radiações ionizantes

- ☐ Dá-se transferência de energia às células sem prejuízo para a sua saúde.
- ☐ Dá-se transferência de energia às células, podendo surgirem efeitos biológicos prejudiciais à saúde.
- ☐ Surgem efeitos biológicos prejudiciais à saúde, que só se verificam a curto prazo.

9 - Trabalhadoras grávidas podem permanecer na sala onde esteja a ser emitida radiação ionizante?

- ☐ Sim
- ☐ Não



### Secção3 - Proteção radiológica

10 - Qual o tipo de formação que tem sobre proteção radiológica?  
Assinale a opção que considera mais correta.

- ☐ Formação académica
- ☐ Formação ministrada por uma entidade exterior ao serviço com formadores habilitados
- ☐ Formação ministrada pelo próprio serviço por pessoas com formação em proteção radiológica
- ☐ Informação prestada pelos colegas de trabalho que já trabalham no serviço
- ☐ Não tem nenhuma formação

11 - Os equipamentos de proteção individual (EPIs) de raios X (ex. proteção da tiroide, aventais de proteção, óculos plumbíferos e biombos de proteção radiológica amovíveis) estão ao seu dispor na sala onde está exposto aos raios X? Assinale a opção que considera mais correta.

- ☐ Sim
- ☐ Não

Questões de avaliação do grau de importância

Numa escala de 1 a 5 em que:

- 1-Nada importante;
- 2-Pouco importante;
- 3- Importante;
- 4-Muito importante;
- 5-Extremamente importante

Assinale a que ache mais correta:

12 - Quando há emissão de raios X qual é para si a importância da utilização de EPIs?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremamente importante

13 - Tem dosímetro individual de corpo inteiro para medir a dose de radiação a que poderá ficar exposto?

☐ Sim

☐ Não

14 - Numa sala quando são executados exames com recurso a emissão de raios X qual é para si a importância da utilização do dosímetro individual de corpo inteiro?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremamente importante

15 - Utiliza o dosímetro de cada vez que trabalha na sala onde existe a possibilidade de emissão de raios X?

Assinale a opção que achar mais correta.

☐ Sempre

☐ Às vezes

☐ Nunca

16 - Como é que coloca o dosímetro individual de corpo inteiro?

Assinale a opção que considerara mais correta.

- ☐ No bolso da camisa da farda por baixo do avental de proteção
- ☐ Por cima do avental de proteção ao mesmo nível do bolso da camisa farda
- ☐ Junto ao protetor de tiroide
- ☐ Qualquer quer um dos anteriores

17 - O trabalhador que esteja numa sala onde haja emissão de raios X, fica menos exposto às radiações ionizantes se estiver:

Assinale a opção que considerara mais correta.

- ☐ Perto do doente e da fonte de raios X
- ☐ Distante da fonte de raios X e da área do doente que está a ser irradiada
- ☐ Perto do doente e da área que está a ser irradiada

## Secção 4 - Equipamento de Fluoroscopia

### **Esta secção destina-se aos operadores do equipamento de Fluoroscopia " Técnicos de Radiologia"**

18 - Para uma menor exposição ocupacional às radiações ionizantes a ampola de raio X do aparelho de fluoroscopia deve situar-se:

- ☐ Assinale a opção que achar mais correta.
- ☐ Por baixo em relação ao doente e ao detetor
- ☐ Por cima em relação ao doente e ao detetor
- ☐ Obliqua incidindo os raios X numa maior espessura do doente
- ☐ Qualquer quer um dos anteriores

19 - Qual é a maior fonte de exposição à radiação ionizante a que o trabalhador está exposto?

Assinale a opção que achar mais correta.

- ☐ Radiação difusa
- ☐ Radiação primária
- ☐ Radiação de fuga
- ☐ Qualquer quer um dos anteriores

20 - Para diminuir a exposição ocupacional quando da realização de exames com emissão de fluoroscopia, qual o tipo de feixe deve usar?

Assinale a opção que considerara mais correta.

- ☐ Fluoroscopia contínua
- ☐ Fluoroscopia pulsada
- ☐ Qualquer quer um dos anteriores

## Exposição Ocupacional a Radiações Ionizantes

21 - Para si qual o grau de importância da utilização da colimação na diminuição de dose ocupacional.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremamente importante

22 - Para si qual o grau de importância da utilização da filtragem dos fótons de baixa energia na diminuição de dose ocupacional.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremamente importante

23 - Para si qual o grau de importância da utilização das grelhas anti difusoras na diminuição de dose ocupacional.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremamente importante

24 - Para si qual o grau de importância da utilização dos dispositivos de controlo automático de exposição na diminuição de dose ocupacional.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremamente importante